

THREE-DIMENSIONAL OBJECT RECOGNIZING DEVICE AND METHOD THEREFOR

Publication number: JP11250252

Publication date: 1999-04-12

Inventor: KIMURA SHIGERU; NAKANO KATSUYUKI;
YAMAGUCHI HIROYOSHI; SHINPO TETSUYA;
KAWAMURA EIJI; OGATA MASATO

Applicant: JAPAN TECH RES & DEV INST; KOMATSU MFG CO LTD;
SAIBUAASU KK; MITSUBISHI PRECISION CO LTD

Classification:

- international: G01C11/06; G01B11/00; G01B11/24; G01B11/245;
G01C3/06; G06T1/00; G06T7/00; G01C11/00;
G01B11/00; G01B11/24; G01C3/06; G06T1/00;
G06T7/00; (IPC1-7): G06T7/00; G01B11/00;
G01B11/24; G01C3/06; G01C11/06

- European:

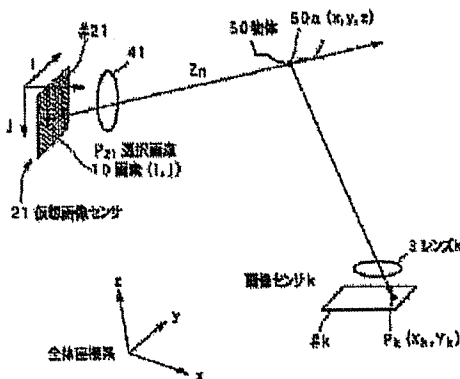
Application number: JP19980049520 19980302

Priority number(s): JP19980049520 19980302

Report a data error here

Abstract of JP11250252

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a working visual field corresponding to a working situation without being limited by a working visual field unitarily decided according to the arrangement position or attitude of a picture sensor. **SOLUTION:** A virtual picture #21 obtained by a virtual picture sensor 21 at the time of image picking-up an object 5 with a desired visual field at a desired position is set instead of a picture #1 of a first image pickup means 1. Then, a position coordinate (X_k, Y_k) ($k=1, \dots, N$) of a corresponding candidate P_k in pictures #1- N of plural image pickup means 1-N corresponding to a selected picture element P_{21} specified by a position (i, j) in the set virtual picture #21 is generated for each size of a virtual distance z_n from the virtual picture sensor P_{21} to a point $50a$ on the object 50 corresponding to the selected picture element P_{21} . Then, the similarity of the picture information of the position coordinate (X_k, Y_k) ($k=1, \dots, N$) of the generated corresponding candidate point P_k is calculated. Thus, an assumption distance z_{nx} when the calculated similarity is made the maximum is obtained as a distance from the virtual picture sensor 21 to the point $50a$ on the object 50 corresponding to the selected picture element P_{21} , and this distance z_{nx} is calculated for each selected picture element.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-250252

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月17日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	F I
G 0 6 T 7/00		G 0 6 F 15/62 4 1 5
G 0 1 B 11/00		G 0 1 B 11/00 H
11/24		11/24 K
G 0 1 C 3/06		G 0 1 C 3/06 V
11/06		11/06
審査請求 有 請求項の数30 O L (全 30 頁)		

(21) 出願番号 特願平10-49520

(22) 出願日 平成10年(1998) 3月2日

(71) 出願人 390014306

防衛庁技術研究本部長

東京都世田谷区池尻1丁目2番24号

(71) 出願人 000001236

株式会社小松製作所

東京都港区赤坂二丁目3番6号

(71) 出願人 597173004

株式会社サイヴァース

神奈川県川崎市宮前区有馬2丁目8番24号

(71) 出願人 000176730

三菱プレシジョン株式会社

東京都港区三田3丁目13番16号

(74) 代理人 弁理士 木村 高久 (外1名)

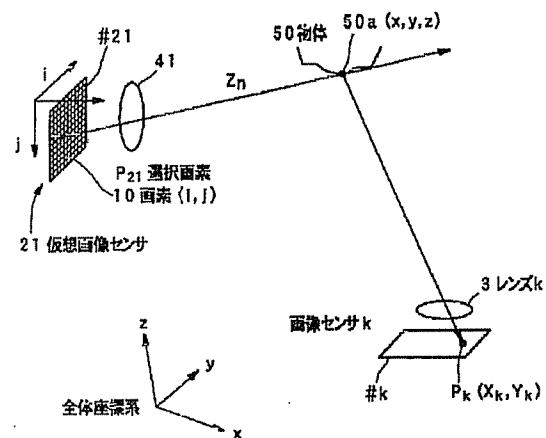
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 3次元物体認識装置および方法

(57) 【要約】

【課題】画像センサの配設位置、姿勢によって一義的に定まる作業視野に限定されることなく、作業状況に応じた作業視野を取得できるようにする。

【解決手段】所望の位置で、所望の視野をもって物体50を撮像したときの仮想画像センサ21による仮想画像#21が、一の撮像手段1の画像#1の代わりに、設定される。そして、設定された仮想画像#21中の位置(i, j)で特定される選択画素P₂₁に対応する複数の撮像手段1~Nの画像#1~#N中の対応候補点P_kの位置座標(X_k, Y_k) (k=1, ..., N)が、仮想画像センサ21から選択画素P₂₁に対応する物体50上の点50aまでの仮定距離z_nの大きさ毎に発生される。そして、発生された対応候補点P_kの位置座標(X_k, Y_k) (k=1, ..., N)の画像情報同士の類似度が算出される。そして、上記算出された類似度が最も大きくなるときの仮定距離z_{nx}が、仮想画像センサ21から選択画素P₂₁に対応する物体50上の点50aまでの距離とされ、この距離z_{nx}が各選択画素毎に求められる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の撮像手段を所定間隔をもって配置し、これら複数の撮像手段のうちの一の撮像手段で対象物体を撮像したときの当該一の撮像手段の撮像画像中の選択画素に対応する他の撮像手段の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの仮定距離の大きさ毎に抽出し、前記選択画素の画像情報と前記対応候補点の画像情報の類似度を算出し、この算出された類似度が最も大きくなる時の前記仮定距離を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの距離とし、この各選択画素毎に求められた距離に基づき前記物体を認識するようにした物体の認識装置において、所望の位置で、所望の視野をもって前記物体を撮像したときの仮想の撮像手段による仮想の撮像画像を、前記一の撮像手段の撮像画像の代わりに、設定する仮想視野情報設定手段と、前記仮想視野情報設定手段で設定された仮想画像中の選択画素に対応する前記複数の撮像手段の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記仮想視野情報設定手段で設定された視点から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの仮定距離の大きさ毎に抽出する対応候補点情報抽出手段と、前記対応候補点情報抽出手段で抽出された対応候補点の画像情報同士の類似度を算出する類似度算出手段と、前記類似度算出手段で算出された類似度が最も大きくなる時の前記仮定距離を、前記仮想視野情報設定手段で設定された視点から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの距離とし、この距離を各選択画素毎に求める距離推定手段とを具えた物体の認識装置。

【請求項2】 前記類似度算出手段で算出された仮定距離ごとの類似度の大きさまたは類似度の変化率または原画像の変化率に基づいて、前記仮想画像中の各選択画素毎に求められる距離の信頼度を演算する距離の信頼度演算手段をさらに設けるようにした請求項1記載の物体の認識装置。

【請求項3】 前記仮想画像中の各選択画素毎に求められた距離に基づいて、前記仮想視野情報設定手段で設定された視点から前記物体の各点までの距離あるいは信頼度を示す画像を生成する画像生成手段をさらに設けるようにした請求項1または請求項2記載の物体の認識装置。

【請求項4】 前記仮想画像中の各選択画素毎に求められた距離と、これら距離に対応する対応点の画像情報とに基づいて、前記仮想視野情報設定手段で設定された視点で前記物体を撮像したときの画像を生成する画像生成手段をさらに設けるようにした請求項1記載の物体の認識装置。

【請求項5】 複数の撮像手段を所定間隔をもって配置し、これら複数の撮像手段のうちの一の撮像手段で対

象物体を撮像したときの当該一の撮像手段の撮像画像中の選択画素に対応する他の撮像手段の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの仮定距離の大きさ毎に抽出し、前記選択画素の画像情報と前記対応候補点の画像情報の類似度を算出し、この算出された類似度が最も大きくなる時の前記仮定距離を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの距離とし、この各選択画素毎に求められた距離に基づき前記物体を認識するようにした物体の認識装置において、前記複数の撮像手段は、前記物体を撮像する条件の異なる少なくとも2種類の撮像手段群に分類されるものであり、所望の位置で、所望の視野をもって前記物体を撮像したときの仮想の撮像手段による仮想の撮像画像を、前記一の撮像手段の撮像画像の代わりに、設定する仮想視野情報設定手段と、前記仮想視野情報設定手段で設定された仮想画像中の選択画素に対応するそれぞれの前記撮像手段群の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記仮想視野情報設定手段で設定された視点から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの仮定距離の大きさ毎に抽出する対応候補点情報抽出手段と、前記対応候補点情報抽出手段で抽出された対応候補点の画像情報同士の類似度を、それぞれの前記撮像手段群毎に算出する類似度算出手段と、前記類似度算出手段で算出されたそれぞれの前記撮像手段群についての類似度に基づいて融合類似度を求め、この融合類似度が最も大きくなる時の前記仮定距離を、前記仮想視野情報設定手段で設定された視点から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの距離とし、この距離を各選択画素毎に求める距離推定手段とを具えた物体の認識装置。

【請求項6】 複数の撮像手段を所定間隔をもって配置し、これら複数の撮像手段のうちの一の撮像手段で対象物体を撮像したときの当該一の撮像手段の撮像画像中の選択画素に対応する他の撮像手段の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの仮定距離の大きさ毎に抽出し、前記選択画素の画像情報と前記対応候補点の画像情報の類似度を算出し、この算出された類似度が最も大きくなる時の前記仮定距離を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの距離とし、この各選択画素毎に求められた距離に基づき前記物体を認識するようにした物体の認識装置において、前記複数の撮像手段は、前記物体を撮像する条件の異なる少なくとも2種類の撮像手段群に分類されるものであり、前記物体の撮像条件に応じて、前記撮像手段群の中から少なくとも一つの撮像手段群を、実際に使用すべき撮像

手段群として選択する撮像手段群選択手段と、
所望の位置で、所望の視野をもって前記物体を撮像したときの仮想の撮像手段による仮想の撮像画像を、前記一の撮像手段の撮像画像の代わりに、設定する仮想視野情報設定手段と、
前記仮想視野情報設定手段で設定された仮想画像中の選択画素に対応する前記選択された撮像手段群の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記仮想視野情報設定手段で設定された視点から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの仮定距離の大きさ毎に抽出する対応候補点情報抽出手段と、
前記対応候補点情報抽出手段で抽出された対応候補点の画像情報同士の類似度を、前記選択された撮像手段群について算出する類似度算出手段と、
前記類似度算出手段で算出された前記選択撮像手段群についての類似度が最も大きくなる時の前記仮定距離を、前記仮想視野情報設定手段で設定された視点から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの距離とし、この距離を各選択画素毎に求める距離推定手段とを具えた物体の認識装置。

【請求項7】 複数の撮像手段を所定間隔をもって配置し、これら複数の撮像手段のうちの一の撮像手段で対象物体を撮像したときの当該一の撮像手段の撮像画像中の選択画素に対応する他の撮像手段の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの仮定距離の大きさ毎に抽出し、前記選択画素の画像情報と前記対応候補点の画像情報の類似度を算出し、この算出された類似度が最も大きくなる時の前記仮定距離を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの距離とし、この各選択画素毎に求められた距離に基づき前記物体を認識するようにした物体の認識装置において、
前記物体の撮像条件に応じて、前記複数の撮像手段の中から実際に使用すべき少なくとも2つの撮像手段を選択する撮像手段選択手段と、
前記物体の撮像条件に応じた所望の位置、所望の視野をもって前記物体を撮像したときの仮想の撮像手段による仮想の撮像画像を、前記一の撮像手段の撮像画像の代わりに、設定する仮想視野情報設定手段と、
前記仮想視野情報設定手段で設定された仮想画像中の選択画素に対応する前記選択された少なくとも2つの撮像手段の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記仮想視野情報設定手段で設定された視点から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの仮定距離の大きさ毎に抽出する対応候補点情報抽出手段と、
前記対応候補点情報抽出手段で抽出された対応候補点の画像情報同士の類似度を算出する類似度算出手段と、
前記類似度算出手段で算出された類似度が最も大きくなる時の前記仮定距離を、前記仮想視野情報設定手段で設定された視点から前記選択画素に対応する前記物体上

の点までの距離とし、この距離を各選択画素毎に求める距離推定手段とを具えた物体の認識装置。

【請求項8】 所定間隔をもって配置され、認識対象物体を撮像する複数の撮像手段と、
前記認識対象物体に応じたモデル群を仮定するとともに、当該モデル群の各モデル上の各点の位置座標を設定する仮定モデル情報設定手段と、
前記複数の撮像手段のうちの一の撮像手段で前記認識対象物体を撮像したときの当該一の撮像手段の撮像画像中の選択画素に対応する他の撮像手段の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記モデル群の中から選択された仮定モデル毎に、当該仮定モデルの位置座標を用いて抽出する対応候補点情報抽出手段と、
前記選択画素の画像情報と前記対応候補点情報抽出手段で抽出された対応候補点の画像情報の類似度を算出する類似度算出手段と、
前記類似度算出手段で算出された類似度が最も大きくなる時の前記仮定モデルを、前記選択画素に対応する点のモデルとし、このモデルを各選択画素毎に求めるモデル推定手段とを具えた物体の認識装置。

【請求項9】 前記類似度算出手段で算出された仮定モデルごとの類似度の大きさまたは類似度の変化率または原画像の変化率に基づいて、前記複数の撮像手段のうちの一の撮像手段で前記認識対象物体を撮像したときの当該一の撮像手段の撮像画像中の各選択画素毎に求められるモデルの信頼度を演算するモデルの信頼度演算手段をさらに設けるようにした請求項8記載の物体の認識装置。

【請求項10】 前記複数の撮像手段のうちの一の撮像手段で前記認識対象物体を撮像したときの当該一の撮像手段の撮像画像中の各選択画素毎に求められたモデルに基づいて、モデルの値あるいは信頼度を示す画像を生成する画像生成手段をさらに設けるようにした請求項8または請求項9記載の物体の認識装置。

【請求項11】 所定間隔をもって配置され、空間内の認識対象物体を撮像する複数の撮像手段と、
前記空間内の認識対象物体に対応したモデルを生成するとともに、当該モデル上の各点の位置座標を設定する仮定モデル情報設定手段と、
前記複数の撮像手段のうちの一の撮像手段で前記認識対象物体を撮像したときの当該一の撮像手段の撮像画像中の選択画素に対応する前記モデル上の点に対応する他の撮像手段の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記モデルの位置座標を用いて抽出する対応候補点情報抽出手段と、
前記選択画素の画像情報と前記対応候補点情報抽出手段で抽出された対応候補点の画像情報の類似度を算出する類似度算出手段と、
前記類似度算出手段で算出された類似度を、各選択画素毎に求め、各選択画素毎に求められた類似度を用いて、

当該類似度が所定のしきい値以上の選択画素の領域を前記モデルであると判定するとともに、前記類似度が所定のしきい値よりも小さくなる選択画素の領域を前記モデル以外の物体であると判定する判定手段とを具えた物体の認識装置。

【請求項12】 所定間隔をもって配置され、空間内の認識対象物体と背景を撮像する複数の撮像手段と、前記空間内の背景に対応したモデルを生成するとともに、当該モデル上の各点の位置座標を設定する仮定モデル情報設定手段と、前記複数の撮像手段のうちの一の撮像手段で前記認識対象物体および背景を撮像したときの当該一の撮像手段の撮像画像中の前記背景を示す選択画素に対応する他の撮像手段の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記背景のモデルの位置座標を用いて抽出する対応候補点情報抽出手段と、前記選択画素の画像情報と前記対応候補点情報抽出手段で抽出された対応候補点の画像情報の類似度を算出する類似度算出手段と、前記類似度算出手段で算出された類似度を、各選択画素毎に求め、各選択画素毎に求められた類似度を用いて、当該類似度が所定のしきい値以上の選択画素の領域を前記背景であると判定するとともに、前記類似度が所定のしきい値よりも小さくなる選択画素の領域を前記背景以外の物体であると判定する判定手段と、所望の擬似背景画像を発生する擬似背景画像発生手段と、前記判定手段で背景であると判定された選択画素の領域については前記擬似画像背景画像発生手段で発生する擬似背景画像を表示するとともに、前記判定手段で背景以外の物体であると判定された選択画素の領域については当該選択画素の画像情報に基づき当該背景以外の物体をそのまま表示する画像表示手段とを具えた表示装置。

【請求項13】 前記モデル推定手段あるいは前記モデル信頼度演算手段で得られたモデル推定情報および他のセンサ情報に基づいて、当該モデル群の中から、仮定モデルとすべき、適切な一つのモデルあるいはモデル群を逐次選択するモデル群選択手段をさらに具えた請求項8または請求項9または請求項10または請求項11記載の物体の認識装置。

【請求項14】 所望の位置で、所望の視野をもって前記物体を撮像したときの仮定の撮像手段による仮定の撮像画像を、前記一の撮像手段の撮像画像の代わりに設定し、前記設定された仮想画像中の選択画素に対応する前記複数の撮像手段の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記モデル群の中から選択された仮定モデル毎に、当該仮定モデルの位置座標を用いて抽出し、前記抽出された対応候補点の画像情報同士の類似度を算出するようにした、請求項8または請求項9または請求項10記載の物体の認

識装置。

【請求項15】 所望の位置で、所望の視野をもって前記物体を撮像したときの仮定の撮像手段による仮定の撮像画像を、前記一の撮像手段の撮像画像の代わりに設定し、前記設定された仮想画像中の選択画素に対応する前記複数の撮像手段の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記モデルの位置座標を用いて抽出し、前記抽出された対応候補点の画像情報同士の類似度を算出するようにした、請求項11または請求項12記載の物体の認識装置。

【請求項16】 複数の撮像手段を所定間隔をもって配置し、これら複数の撮像手段のうちの一の撮像手段で対象物体を撮像したときの当該一の撮像手段の撮像画像中の選択画素に対応する他の撮像手段の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの仮定距離の大きさ毎に抽出し、前記選択画素の画像情報と前記対応候補点の画像情報の類似度を算出し、この算出された類似度が最も大きくなる時の前記仮定距離を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの距離とし、この各選択画素毎に求められた距離に基づき前記物体を認識するようにした物体の認識方法において、所望の位置で、所望の視野をもって前記物体を撮像したときの仮定の撮像手段による仮定の撮像画像を、前記一の撮像手段の撮像画像の代わりに、設定する仮想視野情報設定行程と、前記仮想視野情報設定行程で設定された仮想画像中の選択画素に対応する前記複数の撮像手段の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記仮想視野情報設定手段で設定された視点から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの仮定距離の大きさ毎に抽出する対応候補点情報抽出行程と、前記対応候補点情報抽出行程で抽出された対応候補点の画像情報同士の類似度を算出する類似度算出行程と、前記類似度算出行程で算出された類似度が最も大きくなる時の前記仮定距離を、前記仮想視野情報設定行程で設定された視点から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの距離とし、この距離を各選択画素毎に求める距離推定行程とを具えた物体の認識方法。

【請求項17】 前記類似度算出行程で算出された仮定距離ごとの類似度の大きさまたは類似度の変化率または原画像の変化率に基づいて、前記仮想画像中の各選択画素毎に求められる距離の信頼度を演算する距離の信頼度演算行程をさらに設けるようにした請求項16記載の物体の認識方法。

【請求項18】 前記仮想画像中の各選択画素毎に求められた距離に基づいて、前記仮想視野情報設定行程で設定された視点から前記物体の各点までの距離あるいは信頼度を示す画像を生成する画像生成行程をさらに設けるようにした請求項16または請求項17記載の物体の認

識方法。

【請求項19】 前記仮想画像中の各選択画素毎に求められた距離と、これら距離に対応する対応点の画像情報とに基づいて、前記仮想視野情報設定行程で設定された視点で前記物体を撮像したときの画像を生成する画像生成行程をさらに設けるようにした請求項16記載の物体の認識方法。

【請求項20】 複数の撮像手段を所定間隔をもって配置し、これら複数の撮像手段のうちの一の撮像手段で対象物体を撮像したときの当該一の撮像手段の撮像画像中の選択画素に対応する他の撮像手段の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの仮定距離の大きさ毎に抽出し、前記選択画素の画像情報と前記対応候補点の画像情報の類似度を算出し、この算出された類似度が最も大きくなる時の前記仮定距離を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの距離とし、この各選択画素毎に求められた距離に基づき前記物体を認識するようにした物体の認識方法において、前記複数の撮像手段は、前記物体を撮像する条件の異なる少なくとも2種類の撮像手段群に分類されるものであり、所望の位置で、所望の視野をもって前記物体を撮像したときの仮想の撮像手段による仮想の撮像画像を、前記一の撮像手段の撮像画像の代わりに、設定する仮想視野情報設定行程と、前記仮想視野情報設定行程で設定された仮想画像中の選択画素に対応するそれぞれの前記撮像手段群の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記仮想視野情報設定行程で設定された視点から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの仮定距離の大きさ毎に抽出する対応候補点情報抽出行程と、前記対応候補点情報抽出行程で抽出された対応候補点の画像情報同士の類似度を、それぞれの前記撮像手段群毎に算出する類似度算出行程と、前記類似度算出行程で算出されたそれぞれの前記撮像手段群についての類似度に基づいて融合類似度を求め、この融合類似度が最も大きくなる時の前記仮定距離を、前記仮想視野情報設定行程で設定された視点から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの距離とし、この距離を各選択画素毎に求める距離推定行程とを具えた物体の認識方法。

【請求項21】 複数の撮像手段を所定間隔をもって配置し、これら複数の撮像手段のうちの一の撮像手段で対象物体を撮像したときの当該一の撮像手段の撮像画像中の選択画素に対応する他の撮像手段の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの仮定距離の大きさ毎に抽出し、前記選択画素の画像情報と前記対応候補点の画像情報の類似度を算出し、この算出された類似度が最も

大きくなる時の前記仮定距離を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの距離とし、この各選択画素毎に求められた距離に基づき前記物体を認識するようにした物体の認識方法において、前記複数の撮像手段は、前記物体を撮像する条件の異なる少なくとも2種類の撮像手段群に分類されるものであり、前記物体の撮像条件に応じて、前記撮像手段群の中から少なくとも一つの撮像手段群を、実際に使用すべき撮像手段群として選択する撮像手段群選択行程と、所望の位置で、所望の視野をもって前記物体を撮像したときの仮想の撮像手段による仮想の撮像画像を、前記一の撮像手段の撮像画像の代わりに、設定する仮想視野情報設定行程と、前記仮想視野情報設定行程で設定された仮想画像中の選択画素に対応する前記選択された撮像手段群の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記仮想視野情報設定行程で設定された視点から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの仮定距離の大きさ毎に抽出する対応候補点情報抽出行程と、前記対応候補点情報抽出行程で抽出された対応候補点の画像情報同士の類似度を、前記選択された撮像手段群について算出する類似度算出行程と、前記類似度算出行程で算出された前記選択撮像手段群についての類似度が最も大きくなる時の前記仮定距離を、前記仮想視野情報設定行程で設定された視点から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの距離とし、この距離を各選択画素毎に求める距離推定行程とを具えた物体の認識方法。

【請求項22】 複数の撮像手段を所定間隔をもって配置し、これら複数の撮像手段のうちの一の撮像手段で対象物体を撮像したときの当該一の撮像手段の撮像画像中の選択画素に対応する他の撮像手段の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの仮定距離の大きさ毎に抽出し、前記選択画素の画像情報と前記対応候補点の画像情報の類似度を算出し、この算出された類似度が最も大きくなる時の前記仮定距離を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの距離とし、この各選択画素毎に求められた距離に基づき前記物体を認識するようにした物体の認識方法において、前記物体の撮像条件に応じて、前記複数の撮像手段の中から実際に使用すべき少なくとも2つの撮像手段を選択する撮像手段選択行程と、前記物体の撮像条件に応じた所望の位置、所望の視野をもって前記物体を撮像したときの仮想の撮像手段による仮想の撮像画像を、前記一の撮像手段の撮像画像の代わりに、設定する仮想視野情報設定手段と、前記仮想視野情報設定行程で設定された仮想画像中の選択画素に対応する前記選択された少なくとも2つの撮像

手段の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記仮想視野情報設定行程で設定された視点から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの仮定距離の大きさ毎に抽出する対応候補点情報抽出行程と、
前記対応候補点情報抽出行程で抽出された対応候補点の画像情報同士の類似度を算出する類似度算出行程と、
前記類似度算出行程で算出された類似度が最も大きくなるときの前記仮定距離を、前記仮想視野情報設定行程で設定された視点から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの距離とし、この距離を各選択画素毎に求める距離推定行程とを具えた物体の認識方法。

【請求項23】 認識対象物体を、所定間隔をもって配置された複数の撮像手段で撮像する撮像行程と、
前記認識対象物体に応じたモデル群を仮定するとともに、当該モデル群の各モデル上の各点の位置座標を設定する仮定モデル情報設定行程と、
前記複数の撮像手段のうちの一の撮像手段で前記認識対象物体を撮像したときの当該一の撮像手段の撮像画像中の選択画素に対応する他の撮像手段の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記モデル群の中から選択された仮定モデル毎に、当該仮定モデルの位置座標を用いて抽出する対応候補点情報抽出行程と、
前記選択画素の画像情報と前記対応候補点情報抽出行程で抽出された対応候補点の画像情報の類似度を算出する類似度算出行程と、
前記類似度算出行程で算出された類似度が最も大きくなるときの前記仮定モデルを、前記選択画素に対応する点のモデルとし、このモデルを各選択画素毎に求めるモデル推定行程とを具えた物体の認識方法。

【請求項24】 前記類似度算出行程で算出された仮定モデルごとの類似度の大きさや類似度の変化率や原画像の変化率等に基づいて、前記複数の撮像手段のうちの一の撮像手段で前記認識対象物体を撮像したときの当該一の撮像手段の撮像画像中の各選択画素毎に求められるモデルの信頼度を演算するモデルの信頼度演算行程をさらに設けるようにした請求項23記載の物体の認識方法。

【請求項25】 前記複数の撮像手段のうちの一の撮像手段で前記認識対象物体を撮像したときの当該一の撮像手段の撮像画像中の各選択画素毎に求められたモデルに基づいて、モデルの値あるいは信頼度を示す画像を生成する画像生成行程をさらに設けるようにした請求項24または請求項25記載の物体の認識方法。

【請求項26】 空間内の一の認識対象物体を、所定間隔をもって配置された複数の撮像手段で撮像する撮像行程と、
前記空間内の一の認識対象物体に対応したモデルを生成するとともに、当該モデル上の各点の位置座標を設定する仮定モデル情報設定行程と、
前記複数の撮像手段のうちの一の撮像手段で前記認識対

象物体を撮像したときの当該一の撮像手段の撮像画像中の前記モデルを示す選択画素に対応する他の撮像手段の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記モデルの位置座標を用いて抽出する対応候補点情報抽出行程と、
前記選択画素の画像情報と前記対応候補点情報抽出行程で抽出された対応候補点の画像情報の類似度を算出する類似度算出行程と、
前記類似度算出行程で算出された類似度を、各選択画素毎に求め、各選択画素毎に求められた類似度を用いて、当該類似度が所定のしきい値以上の選択画素の領域を前記認識対象物体であると判定するとともに、前記類似度が前記所定のしきい値よりも小さくなる選択画素の領域を前記認識対象物体以外の物体であると判定する判定行程とを具えた物体の認識方法。

【請求項27】 空間内の認識対象物体と背景を、所定間隔をもって配置された複数の撮像手段で撮像する撮像行程と、
前記空間内の背景に対応したモデルを生成するとともに、当該モデル上の各点の位置座標を設定する仮定モデル情報設定行程と、
前記複数の撮像手段のうちの一の撮像手段で前記認識対象物体および背景を撮像したときの当該一の撮像手段の撮像画像中の前記背景を示す選択画素に対応する他の撮像手段の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記背景のモデルの位置座標を用いて抽出する対応候補点情報抽出行程と、
前記選択画素の画像情報と前記対応候補点情報抽出行程で抽出された対応候補点の画像情報の類似度を算出する類似度算出行程と、
前記類似度算出行程で算出された類似度を、各選択画素毎に求め、各選択画素毎に求められた類似度を用いて、当該類似度が所定のしきい値以上の選択画素の領域を前記背景であると判定するとともに、前記類似度が前記所定のしきい値よりも小さくなる選択画素の領域を前記背景以外の物体であると判定する判定行程と、
所望の擬似背景画像を発生する擬似背景画像発生行程と、
前記判定行程で背景であると判定された選択画素の領域については前記擬似背景画像発生行程で発生する擬似背景画像を表示するとともに、前記判定行程で背景以外の物体であると判定された選択画素の領域については当該選択画素の画像情報に基づき当該背景以外の物体をそのまま表示する画像表示行程とを具えた表示方法。

【請求項28】 前記モデル推定行程あるいは前記モデル信頼度演算行程で得られたモデル推定情報および他のセンサ情報に基づいて、当該モデル群の中から、仮定モデルとすべき、適切な一つのモデルあるいはモデル群を逐次選択するモデル群選択行程をさらに具えた請求項23または請求項24または請求項25または請求項26記載の物体の認識方法。

【請求項29】 所望の位置で、所望の視野をもって前記物体を撮像したときの仮想の撮像手段による仮想の撮像画像を、前記一の撮像手段の撮像画像の代わりに設定し、前記設定された仮想画像中の選択画素に対応する前記複数の撮像手段の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記モデル群の中から選択された仮定モデル毎に、当該仮定モデルの位置座標を用いて抽出し、前記抽出された対応候補点の画像情報同士の類似度を算出するようにした、

請求項23または請求項24または請求項25記載の物体の認識方法。

【請求項30】 所望の位置で、所望の視野をもって前記物体を撮像したときの仮想の撮像手段による仮想の撮像画像を、前記一の撮像手段の撮像画像の代わりに設定し、前記設定された仮想画像中の選択画素に対応する前記複数の撮像手段の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記モデルの位置座標を用いて抽出し、前記抽出された対応候補点の画像情報同士の類似度を算出するようにした、請求項26または請求項27記載の物体の認識方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、物体の認識装置およびその方法に関し、異なる位置に配置された複数の撮像手段による画像情報から三角測量の原理を利用して認識対象物体までの距離情報など、認識対象物体の3次元情報を算出して、この3次元情報を用いて物体を認識するような場合に適用して好適な装置および方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、撮像手段たる画像センサの撮像結果に基づき認識対象物体までの距離を計測する方法として、ステレオビジョン（ステレオ視）による計測方法が広く知られている。

【0003】この計測方法は2次元画像から、距離、深度、奥行きといった3次元情報を得るために有用な方法である。

【0004】すなわち、2台の画像センサを例えば左右に配置し、これら2台の画像センサで同一の認識対象物を撮像したときに生じる視差から、三角測量の原理で対象物までの距離を測定するという方法である。このときの左右の画像センサの対はステレオ対と呼ばれており、2台で計測を行うことから2眼ステレオ視と呼ばれている。

【0005】図20は、こうした2眼ステレオ視の原理を示したものである。

【0006】同図に示すように、2眼ステレオ視では、左右の画像センサ1、2の画像#1（撮像面1a上で得られる）、画像#2（撮像面2a上で得られる）中の、対応する点 P_1 、 P_2 の位置の差である視差（ディスパリ

ティ） d を計測する必要がある。一般に視差 d は、3次元空間中の点50a（認識対象物体50上の点）までの距離 z との間に、次式で示す関係が成立する。

$$\text{【0007】 } z = F \cdot B / d \quad \cdots (1)$$

ここに、 B は左右の画像センサ1、2間の距離（基線長）であり、 F は画像センサ1のレンズ31、画像センサ2のレンズ32の焦点距離である。通常、基線長 B と焦点距離 F は既知であるので、視差 d が分かれば、距離 z は一義的に求められることになる。この視差 d は、両画像#1、#2間で、どの点がどの点に対応するかを逐一探索することにより算出することができる。このときの一方の画像#1上の点 P_1 に対応する他方の画像#2上の点 P_2 のことを「対応点」と以下呼ぶこととし、対応点を探索することを、以下「対応点探索」と呼ぶことにする。物体50までの距離を仮定したとき、この仮定距離をもって探索される一方の画像#1上の点 P_1 に対応する他方の画像#2上の点のことを以下「対応候補点」と呼ぶことにする。2眼ステレオ視による計測を行う場合、上記対応点探索を行った結果、真の距離 z に対応する真の対応点 P_2 を検出することができれば、真の視差 d を算出することができたことになり、このとき対象物50上の点50aまでの真の距離 z が計測できたといえる。

【0008】こうした処理を、一方の画像#1の全画素について実行することにより、画像#1の全選択画素に距離情報を付与した画像（距離画像）が生成されることになる。上記対応点を探索して真の距離を求める処理を、図21、図22、図23を用いて詳述する。

【0009】図23は、従来の2眼ステレオ視による距離計測装置（物体認識装置）の構成を示すブロック図である。

【0010】基準画像入力部101には、視差 d （距離 z ）を算出する際に基準となる画像センサ1で撮像された基準画像#1が取り込まれる。一方、画像入力部102には、基準画像#1上の点に対応する対応点が存在する画像である画像センサ2の画像#2が取り込まれる。

【0011】つぎに、対応候補点座標発生部103、局所情報抽出部104、類似度算出部105、距離推定部106における処理を図21を用いて説明すると、まず、対応候補点座標発生部103では、基準画像#1の各画素に対して、仮定した距離 z_n 毎に、画像センサ2の画像#2の対応候補点の位置座標が記憶、格納されており、これを読み出すことにより対応候補点の位置座標を発生する。

【0012】すなわち、基準画像センサ1の基準画像#1の中から位置 (i, j) で特定される画素 P_1 が選択されるとともに、認識対象物体50までの距離 z_n が仮定される。そして、この仮定距離 z_n に対応する他方の画像センサ2の画像#2内の対応候補点 P_2 の位置座標

(X_2, Y_2)が読み出される。

【0013】つぎに、局所情報抽出部104では、このようにして対応候補点座標発生部103によって発生された対応候補点の位置座標に基づき局所情報を抽出する処理が実行される。ここで、局所情報とは、対応候補点の近傍の画素を考慮して得られる対応候補点の画像情報のことである。

【0014】さらに、類似度算出部105では、上記局所情報抽出部104で得られた対応候補点 P_2 の局所情報 F_2 と基準画像の選択画素 P_1 の画像情報との類似度が算出される。

【0015】具体的には、基準画像#1の選択された画素の周囲の領域と、画像センサ2の画像#2の対応候補点の周囲の領域とのパターンマッチングにより、両画像の領域同士が比較されて、類似度が算出される。つまり、類似度の安定化処理が行われる。

【0016】すなわち、図21に示すように、基準画像#1の選択画素 P_1 の位置座標を中心とするウィンドウ WD_1 が切り出されるとともに、画像センサ2の画像#2の対応候補点 P_2 の位置座標を中心とするウィンドウ WD_2 が切り出され、これらウィンドウ WD_1 、 WD_2 同士についてパターンマッチングを行うことにより、これらの類似度が算出される。このパターンマッチングは各仮定距離 z_n 毎に行われる。そして同様のパターンマッチングが、基準画像#1の各選択画素毎に全画素について行われる。

【0017】図22は、仮定距離 z_n と類似度逆数 Qs との対応関係を示すグラフである。図21のウィンドウ WD_1 と、仮定距離が z'_n のときの対応候補点の位置を中心とするウィンドウ WD'_2 とのマッチングを行った結果は、図22に示すように類似度の逆数 Qs として大きな値が得られている（類似度は小さくなっている）が、図21のウィンドウ WD_1 と、仮定距離が z_{nx} のときの対応候補点の位置を中心とするウィンドウ WD_2 とのマッチングを行った結果は、図22に示すように類似度の逆数 Qs は小さくなっている（類似度は大きくなっている）のがわかる。

【0018】なお、類似度は、一般に比較すべき選択画素と対応候補点の画像情報の差の絶対値や、差の2乗和として求められる。このようにして仮定距離 z_n と類似度の逆数 Qs との対応関係から、最も類似度が高くなる点（類似度の逆数 Qs が最小値となる点）を判別し、この最も類似度が高くなっている点に対応する仮定距離 z_{nx} を最終的に、認識対象物体50上の点50aまでの真の距離（最も確からしい距離）と推定する。

【0019】つまり、図21における仮定距離 z_{nx} に対応する対応候補点 P_2 が選択画素 P_1 に対する対応点であるとされる。このように、距離推定部106では、基準画像#1の選択画素について仮定距離 z_n を順次変化させて得られた各類似度の中から、最も類似度の高くなる

ものが判別され、最も類似度が高くなる仮定距離 z_{nx} が真の距離と推定され、出力される。

【0020】以上、2眼ステレオ視による場合を説明したが、3台以上の画像センサを用いてもよい。3台以上の画像センサを用いて距離計測（物体認識）を行うことを、多眼ステレオ視による距離計測（物体認識）と称することにする。

【0021】多眼ステレオ視は対応点のあいまいさを低減できるため格段に信頼性を向上できるので最近良く用いられている。この多眼ステレオ視による距離計測装置（物体認識装置）では、複数の画像センサを、2台の画像センサからなるステレオ対に分割し、それぞれのステレオ対に対し、前述した2眼ステレオ視の原理を繰り返して適用する方式をとっている。

【0022】すなわち、複数ある画像センサの中から基準となる画像センサを選択し、この基準画像センサと他の画像センサとの間で、ステレオ対を構成する。そして、各ステレオ対に対して2眼ステレオ視の場合の処理を適用していく。この結果、基準画像センサから基準画像センサの視野内に存在する認識対象物までの距離が計測されることになる。

【0023】従来の多眼ステレオにおけるステレオ対の関係を図24を参照して説明すると、図21に示す2眼ステレオでは、基準画像#1と対をなす対応画像は#2の1つであったが、多眼ステレオでは、基準画像#1と画像センサ2の画像#2の対、基準画像#1と画像センサ3の画像#3の対、…、基準画像#1と画像センサNの画像#Nの対という具合に複数のステレオ対が存在する。

【0024】こうした対応画像と基準画像の各ステレオ対に基づく処理を行う前には、画像センサたるカメラの取付け歪みなどを考慮する必要があり、通常はキャリブレーションによる補正処理を前もって行うようにしている。多眼ステレオによって対応点を探索して真の距離を求める処理を、前述した2眼ステレオの図21、図23に対応する図24、図25を用いて詳述する。

【0025】図24は、従来の多眼ステレオ視による距離計測装置（物体認識装置）の構成を説明する図である。なお、各画像センサ1、2、3、…、Nは、水平、垂直あるいは斜め方向に所定の間隔で配置されているものとする（説明の便宜上、図24では一定間隔で左右に配置されている場合を示している）。

【0026】図26の基準画像入力部201には、視差 d （距離 z ）を算出する際に基準となる画像センサ1で撮像された基準画像#1が取り込まれる。一方、画像入力部202には、基準画像#1上の点に対応する対応点が存在する画像である画像センサ2の画像#2が取り込まれる。他の画像入力部203、204においても、基準画像#1に対応する画像センサ3の画像#3が、基準画像#1に対応する画像センサNの画像#Nがそれぞれ

取り込まれる。

【0027】対応候補点座標発生部205では、基準画像#1の各選択画素 P_1 に対して、仮定した距離 z_n 毎に、画像センサ2の画像#2の対応候補点 P_2 の位置座標、画像センサ3の画像#3の対応候補点 P_3 の位置座標、画像センサNの画像#Nの対応候補点 P_N の位置座標がそれぞれ記憶、格納されており、これらを読み出すことにより各対応候補点の位置座標を発生する。

【0028】すなわち、基準画像センサ1の基準画像#1の中から位置 (i, j) で特定される画素 P_1 が選択されるとともに、認識対象物体50までの距離 z_n が仮定される。そして、この仮定距離 z_n に対応する画像センサ2の画像#2内の対応候補点 P_2 の位置座標 (X_2, Y_2) が読み出される。

【0029】同様にして、基準画像#1の選択画素 P_1 、仮定距離 z_n に対応する画像センサ3の画像#3の対応候補点 P_3 の位置座標 (X_3, Y_3) が読み出され、基準画像#1の選択画素 P_1 、仮定距離 z_n に対応する画像センサNの画像#Nの対応候補点 P_N の位置座標 (X_N, Y_N) が読み出される。そして、仮定距離 z_n を順次変化させて同様の読み出しが行われる。また、選択画素を順次変化させることによって同様の読み出しが行われる。こうして対応候補点 P_2 の位置座標 (X_2, Y_2) 、対応候補点 P_3 の位置座標 (X_3, Y_3) 、対応候補点 P_N の位置座標 (X_N, Y_N) が対応候補点座標発生部205から出力される。

【0030】つぎに、局所情報抽出部206では、このようにして対応候補点座標発生部205によって発生された対応候補点 P_2 の位置座標 (X_2, Y_2) に基づき局所情報を抽出する処理が実行される。同様にして、局所情報抽出部207では、対応候補点座標発生部205で発生された画像センサ3の画像#3の対応候補点 P_3 の位置座標 (X_3, Y_3) に基づいて、対応候補点 P_3 の局所情報が、局所情報抽出部208では、対応候補点座標発生部205で発生された画像センサNの画像#Nの対応候補点 P_N の位置座標 (X_N, Y_N) に基づいて、対応候補点 P_N の局所情報がそれぞれ求められる。

【0031】さらに、類似度算出部209では、上記局所情報抽出部206で得られた対応候補点 P_2 の局所情報 F_2 と基準画像#1の選択画素 P_1 の画像情報との類似度が算出される。具体的には、基準画像#1の選択された画素の周囲の領域と、画像センサ2の画像#2の対応候補点の周囲の領域とのパターンマッチングにより、両画像の領域同士が比較されて、類似度が算出される。

【0032】すなわち、図24に示すように、基準画像#1の選択画素 P_1 の位置座標を中心とするウインドウ WD_1 が切り出されるとともに、画像センサ2の画像#2の対応候補点 P_2 の位置座標を中心とするウインドウ WD_2 が切り出され、これらウインドウ WD_1 、 WD_2 同士についてパターンマッチングを行うことにより、これ

らの類似度が算出される。このパターンマッチングは各仮定距離 z_n 毎に行われる。

【0033】図2(1)は、仮定距離 z_n とステレオ対(基準画像センサ1と画像センサ2)の類似度の逆数 Q_{s1} との対応関係を示すグラフである。

【0034】図24のウインドウ WD_1 と、仮定距離が z'_n のときの対応候補点の位置座標を中心とするウインドウ WD'_2 とのマッチングを行った結果は、図2(1)に示すように類似度の逆数 Q_s として大きな値が得られている(類似度は小さくなっている)が、図24のウインドウ WD_1 と、仮定距離が z_{nx} のときの対応候補点の位置座標を中心とするウインドウ WD_2 とのマッチングを行った結果は、図2(1)に示すように類似度の逆数 Q_s は小さくなっている(類似度は大きくなっている)のがわかる。

【0035】同様にして類似度算出部210では、基準画像#1の選択画素 P_1 の位置座標を中心とするウインドウ WD_1 と、画像センサ3の画像#3の対応候補点 P_3 の位置座標を中心とするウインドウ WD_3 とのパターンマッチングが実行され、これらの類似度が算出される。そして、パターンマッチングが各仮定距離 z_n 毎に行われることによって、このステレオ対(画像センサ1と画像センサ3)についても図2(2)に示すような仮定距離 z_n と類似度の逆数 Q_{s2} との対応関係が求められる。

【0036】同様にして類似度算出部211では、基準画像#1の選択画素 P_1 の位置座標を中心とするウインドウ WD_1 と、画像センサNの画像#Nの対応候補点 P_N の位置座標を中心とするウインドウ WD_N とのパターンマッチングが実行され、これらの類似度が算出される。そして、パターンマッチングが各仮定距離 z_n 毎に行われることによって、このステレオ対(画像センサ1と画像センサN)についても図2(N)に示すような仮定距離 z_n と類似度の逆数 Q_{sN} との対応関係が求められる。

【0037】最後に、各ステレオ対毎に得られた仮定距離 z_n と類似度の逆数との対応関係を仮定距離毎に加算する。さらに図2(融合結果)に示すように仮定距離 z_n と類似度の逆数の加算値との対応関係から、最も類似度が高くなる点(類似度の逆数の加算値が最小値となる点)を判別し、この最も類似度が高くなっている点に対応する仮定距離 z_{nx} を最終的に、認識対象物体50上の点50aまでの真の距離(最も確からしい距離)と推定する。かかる処理は、基準画像#1の各選択画素毎に全画素について行われる。

【0038】以上のようにして、距離推定部212では、仮定距離 z_n を順次変化させて得られた類似度の加算値の中から、最も類似度の加算値が高くなるものが判別され、最も類似度の加算値が高くなる仮定距離 z_{nx} が真の距離と推定され、出力される。そして、かかる距離推定が基準画像#1の全画素について行われることから、基準画像#1の全選択画素に距離情報を付与した画

像(距離画像)が生成されることになる。

【0039】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、以下に列挙する課題を解決しようとするものである。

【0040】(1)作業視野が固定で、所望の作業視野に設定することができない。

【0041】上述したように従来の計測方法では、2眼ステレオであれ、多眼ステレオであれ、基準となるべき画像を得るための基準画像センサを用意し、この基準画像に基づいて距離計測を行うようにしているため、この基準画像センサの配設位置、取付時の傾きによって定まる観測視野(実際の画像センサから得られる視野のことをいう)でみた距離画像しか生成することができない。

【0042】すなわち、ひとたび画像センサが固定されたならば、観測視野は一義的に定まってしまう、所望の観測視野からみた距離画像を生成することはできなかった。しかし、実際には、物体を認識する際に、作業状況に応じて観測視野を変えてやり、所望の作業視野(作業にとって必要な視野)をもって作業を行いたいとの要請がある。

【0043】たとえば、図26に示すように、車両60に画像センサ群11を搭載して作業を行う場合であれば、車両60に固定した画像センサからみた車両60前方の作業視野だけではなく、状況によっては、車両60前方の障害物を俯瞰するような作業視野をもって障害物を観測しつつ作業を行いたいとの要請がある。

【0044】本発明の第1発明はこうした実状に鑑みてなされたものであり、画像センサの配設位置、姿勢によって定まる作業視野に限定されることなく、作業状況に応じた作業視野を取得できるようにすることを第1の解決課題とするものである。

【0045】(2)画像センサの光学系の種類に制約がある。

【0046】従来の多眼ステレオ視による計測は、2眼ステレオの原理を前提にしており、各ステレオ対すべてについて同一の基準で類似度の比較を行うことが必要であることから、多眼ステレオを構成する各画像センサは、正確に同一な光学的特性を有している必要がある。

【0047】したがって、異なるレンズ特性を有した画像センサを同時に使用したり、異なる感度の画像センサを同時に使用することはできない。

【0048】ここに、一般に野外などで距離計測を行う場合には、測定する距離に応じて、広角レンズと望遠レンズを同時に使用して計測能力の向上を図ったり、外光の状況に応じて、感度の異なる2種類の画像センサ、つまり、通常の感度のモノクロ画像センサと赤外線画像センサを併用したいとの要請がある。

【0049】しかし、従来の多眼ステレオシステムでは、画像センサの光学的特性を正確に同一に揃える必要があることから、かかる光学的特性の異なる2種類の画

像センサを同時に使用することができなかった。

【0050】この場合、通常の感度のモノクロ画像センサ群と、赤外線画像センサ群の2種類の画像センサ群を用意して、各画像センサ群ごとに基準画像センサを設定して、計測を行うことも可能であろうが、それぞれの基準画像センサの配設位置が異なることから、これら2種類の画像センサ群の計測結果をそれぞれ突き合わせて総合的な判断を行うことはできないことになっていた。また、それぞれの基準画像センサの配設位置を物理的に全く同一にすることは不可能である。

【0051】本発明の第2発明はこうした実状に鑑みてなされたものであり、多眼ステレオによる計測において、共通の仮想視野を設定することによって、2種類以上の撮像条件の異なる画像センサ群それぞれの計測結果を総合して判断できるようにして、計測の精度を向上させることを第2の解決課題としている。

【0052】(3)画像センサの組合せに制約がある。

【0053】従来の多眼ステレオ視による計測は、2眼ステレオの原理を前提にしており、各ステレオ対すべてについて同一の基準画像センサを基準に類似度の比較を行うことが必要であることから、ひとたび基準画像センサが定まれば、複数のステレオ対は固定されてしまう。そして、各ステレオ対すべてについて同一の基準で類似度の比較を行なうことが必要である。したがって、状況に応じて、それぞれ基準の異なるステレオ対を順次選択したり、特定のステレオ対からの類似度に関する情報を修正したり、異なる類似度算出の仕方を採用することはできない。

【0054】ここに、刻々と変化する作業視野に応じて、特定の画像センサの対(あるいは3以上の組合せ)を順次選択していき、状況変化に応じたきめの細かい計測を行いたいとの要請があるが、これに対処することはできない。

【0055】本発明の第3発明はこうした実状に鑑みてなされたものであり、多眼ステレオによる計測において、ステレオ対を固定して計測を行うのではなく、刻々と変化する作業視野に応じて、特定のステレオ対の画像センサ(あるいは3以上の画像センサの組合せ)を順次選択していき、状況変化に対応したきめの細かい計測を行うようにすることを第3の解決課題とするものである。

【0056】(4)距離の計測結果を用いて物体を認識することによる非効率。

【0057】従来の物体認識の一般的な方法は、まず全空間について物体までの距離計測を行い、その後で、これらの距離情報を解析して障害物までの距離、形状、大きさなどの特徴を認識するものである。

【0058】しかし、図26に示すように車両60が道路61を走行している場合のように、視野の状況が一樣のものであれば、全空間について距離計測を行うこと

は、非効率的である。

【0059】すなわち、道路61の存在する場所が予めだいたい分かっている、また車両60にとっての障害物が道路61の直上に存在することが予想できるような場合に、空中や道路の下領域についても距離計測を実施することは、演算処理上無駄が多く、演算処理が膨大なものになってしまう。また、距離計測の処理の後で物体の認識のための処理が必要となるが、これは単純な平面上の障害物を認識するような場合でも複雑な処理になる。以上のように従来の計測方法では、効率のよい物体の判別ができないばかりか、認識に誤りが発生する可能性がある。

【0060】本発明の第4発明は、こうした実状に鑑みてなされたものであり、認識対象の物体の形状などが予め特定されている場合に、より効率よく、誤認識することなく、計測を行えるようにすることを第4の解決課題とするものである。

【0061】

【課題を解決するための手段および効果】そこで、第1発明の主たる発明では、第1の解決課題を達成するために、複数の撮像手段を所定間隔をもって配置し、これら複数の撮像手段のうちの一の撮像手段で対象物体を撮像したときの当該一の撮像手段の撮像画像中の選択画素に対応する他の撮像手段の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの仮定距離の大きさ毎に抽出し、前記選択画素の画像情報と前記対応候補点の画像情報の類似度を算出し、この算出された類似度が最も大きくなる時の前記仮定距離を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの距離とし、この各選択画素毎に求められた距離に基づき前記物体を認識するようにした物体の認識装置において、所望の位置で、所望の視野をもって前記物体を撮像したときの仮定の撮像手段による仮定の撮像画像を、前記一の撮像手段の撮像画像の代わりに、設定する仮想視野情報設定手段と、前記仮想視野情報設定手段で設定された仮想画像中の選択画素に対応する前記複数の撮像手段の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記仮想視野情報設定手段で設定された視点から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの仮定距離の大きさ毎に抽出する対応候補点情報抽出手段と、前記対応候補点情報抽出手段で抽出された対応候補点の画像情報同士の類似度を算出する類似度算出手段と、前記類似度算出手段で算出された類似度が最も大きくなる時の前記仮定距離を、前記仮想視野情報設定手段で設定された視点から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの距離とし、この距離を各選択画素毎に求める距離推定手段とを具えるようにしている。

【0062】かかる構成によれば、図1と図4に示すように、仮想視野情報設定部305において、所望の位置で、所望の視野をもって物体50を撮像したときの仮想

の撮像手段21による仮想画像#21が、一の撮像手段1の画像#1の代わりに、設定される。

【0063】そして、対応候補点座標発生部306において、設定された仮想画像#21中の位置(i, j)で特定される選択画素 P_{21} に対応する複数の撮像手段1～Nの画像#1～#N中の対応候補点 P_k の位置座標 (X_k, Y_k) ($k=1, \dots, N$)を、仮定距離 z_n 毎に発生する。

【0064】そして、類似度算出手段311～313において、発生された対応候補点 P_k の位置座標 (X_k, Y_k) ($k=1, \dots, N$)の画像情報同士の類似度が算出される。

【0065】そして、距離推定手段314において、上記算出された類似度の加算値が最も大きくなる時の仮定距離 z_{nx} が、仮想撮像手段21の選択画素 P_{21} に対応する物体50上の点50aまでの距離として求められる。

【0066】このように、本発明によれば、基準画像センサたる一の撮像手段1の代わりに、所望の観測視野を有した仮想の撮像手段21を任意に設定できるようになったので、画像センサ1～Nの配設位置、姿勢によって定まる作業視野に限定されることなく、作業状況に応じた作業視野を取得することができる。とりわけ、物理的に画像センサを配置することが困難であったり、画像センサの使用が困難な環境の良くない場所であっても、その場所に実際の基準画像センサを配置したのと同じ視野の距離画像を得ることができる。

【0067】さらに、以下の種々の効果がもたらされる。

【0068】すなわち、本発明によれば、空間認識、物体認識を行うための基準となる観測視野を自由に変更できるため、後段の処理を効率よく行うことができる。

【0069】この点、従来の計測方法では、実際に得られる作業視野は、実際の画像センサ1～Nの何れかで得られる観測視野に限定される。このため、取得された観測視野に応じて対象物の認識や判断を行おうとすると、その目的に応じた作業視野を取得する必要があり、このため座標変換を行ったり、画像センサの向きを物理的に変更する必要があった。また、認識のためのアルゴリズムも複雑になる場合があった。

【0070】本発明によれば、認識、判断などの後段の処理に合わせて、自由に作業視野を変更することができるため、画像センサの向きを物理的に変更することなどの複雑な後段の処理を要することなく、簡易に、効率よく、後段の認識、判断などの処理を行うことが可能になる。

【0071】また、本発明によれば、仮想画像#21、つまり仮想視野に基づいて、各画像センサからの局所情報を抽出するときに、それぞれの画像センサのキャリブレーションを同時に行っていることになる。このため、

キャリブレーションのためだけに新たに処理を追加する必要がなく、かつ効率よくキャリブレーションを実行することが可能である。

【0072】また、本発明によれば、実際に画像センサの配設位置を変化させることなく、仮想画像#21、つまり仮想視野を演算処理の上で任意に変更することができ、いわば「電子的な首振り」が可能であるので、機械的に画像センサの位置、姿勢を変化させる機構を設けなくて済む。このため、機械的故障などのない信頼性の高いシステムを構築することが可能となる。よって、こうした「電子的な首振り」を応用して、人の目線の動きに合わせて、仮想視野を変更することも可能である。このようなシステムを構築することにより、遠隔地に居ながらも、あたかも観測地点に居て自在に視線を向けた場合の画像を生成することができる。

【0073】また、第2発明の主たる発明では、第2の解決課題達成のために、複数の撮像手段を所定間隔をもって配置し、これら複数の撮像手段のうちの一の撮像手段で対象物体を撮像したときの当該一の撮像手段の撮像画像中の選択画素に対応する他の撮像手段の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの仮定距離の大きさ毎に抽出し、前記選択画素の画像情報と前記対応候補点の画像情報の類似度を算出し、この算出された類似度が最も大きくなる時の前記仮定距離を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの距離とし、この各選択画素毎に求められた距離に基づき前記物体を認識するようにした物体の認識装置において、前記複数の撮像手段は、前記物体を撮像する条件の異なる少なくとも2種類の撮像手段群に分類されるものであり、所望の位置で、所望の視野をもって前記物体を撮像したときの仮想の撮像手段による仮想の撮像画像を、前記一の撮像手段の撮像画像の代わりに、設定する仮想視野情報設定手段と、前記仮想視野情報設定手段で設定された仮想画像中の選択画素に対応するそれぞれの前記撮像手段群の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記仮想視野情報設定手段で設定された視点から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの仮定距離の大きさ毎に抽出する対応候補点情報抽出手段と、前記対応候補点情報抽出手段で抽出された対応候補点の画像情報同士の類似度を、それぞれの前記撮像手段群毎に算出する類似度算出手段と、前記類似度算出手段で算出されたそれぞれの前記撮像手段群についての類似度に基づいて融合類似度を求め、この融合類似度が最も大きくなる時の前記仮定距離を、前記仮想視野情報設定手段で設定された視点から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの距離とし、この距離を各選択画素毎に求める距離推定手段とを具えるようにしている。

【0074】かかる構成によれば、例えば2つの撮像手段群で説明した場合、図7(b)に示すように、複数の

撮像手段11"が、物体50を撮像する条件の異なる2種類の第1の撮像手段群141、142、…と第2の撮像手段群151、152、…とに分類される。

【0075】そして、図1と図9に示すように、仮想視野情報設定手段505において、所望の位置で、所望の視野をもって物体50を撮像したときの仮想の撮像手段21による仮想画像#21が、一の撮像手段141、151の画像#141、#151の代わりに、設定される。

【0076】そして、対応候補点座標発生部506において、設定された仮想画像#21中の位置(i, j)で特定される選択画素 P_{21} に対応する第1の撮像手段群141、142、…の画像#141、#142、…中の対応候補点および第2の撮像手段群151、152…の画像#151、#152、…中の対応候補点 P_k の位置座標(X_k , Y_k)が仮定距離 z_n の大きさ毎に発生される。

【0077】そして、類似度算出手段511、512において、発生された対応候補点 P_k の位置座標(X_k , Y_k)の画像情報同士の類似度が、第1の撮像手段群141、142、…、第2の撮像手段群151、152、…、それぞれ毎に算出される。そして、距離推定手段515において、図10(a)、(b)、(c)に示すように、上記算出された第1の撮像手段群141、142、…についての類似度(類似度の逆数 Q_{s1})と第2の撮像手段群151、152、…についての類似度(類似度の逆数 Q_{s2})とを融合した融合類似度(類似度の逆数の加算値 Q_{s12})が最も大きくなる時の仮定距離 z_{nx} が各選択画素毎に求められる。

【0078】このように、多眼ステレオによる計測において、仮想撮像手段(仮想画像センサ)21を設定して、これを第1の撮像手段群(第1の画像センサ群)と第2の撮像手段群(第2の画像センサ群)に共通の基準画像センサとしたので(撮像手段群毎に別々に基準画像センサを設定することを要しないので)、明視野用画像センサ群と暗視野用画像センサ群、あるいは通常の感度のモノクロ画像センサ群と、赤外線画像センサ群のように、光学的特性の異なる画像センサ群同士であっても、これら2種類の画像センサ群の計測結果をそれぞれ融合して総合的な判断を行うことが可能となる。2種類の撮像条件の異なる画像センサ群それぞれの計測結果を総合して判断できるようになった結果、計測の精度を飛躍的に向上させることができる。

【0079】以上は2種類の撮像手段群の場合で説明したが、3種類以上の撮像手段群の場合にも同様に適用される。

【0080】また、第3発明の主たる発明では、第3の解決課題達成のために、複数の撮像手段を所定間隔をもって配置し、これら複数の撮像手段のうちの一の撮像手段で対象物体を撮像したときの当該一の撮像手段の撮像

画像中の選択画素に対応する他の撮像手段の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの仮定距離の大きさ毎に抽出し、前記選択画素の画像情報と前記対応候補点の画像情報の類似度を算出し、この算出された類似度が最も大きくなる時の前記仮定距離を、前記一の撮像手段から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの距離とし、この各選択画素毎に求められた距離に基づき前記物体を認識するようにした物体の認識装置において、前記複数の撮像手段は、前記物体を撮像する条件の異なる少なくとも2種類の撮像手段群に分類されるものであり、前記物体の撮像条件に応じて、前記撮像手段群の中から少なくとも一つの撮像手段群を、実際に使用すべき撮像手段群として選択する撮像手段群選択手段と、所望の位置で、所望の視野をもって前記物体を撮像したときの仮想の撮像手段による仮想の撮像画像を、前記一の撮像手段の撮像画像の代わりに、設定する仮想視野情報設定手段と、前記仮想視野情報設定手段で設定された仮想画像中の選択画素に対応する前記選択された撮像手段群の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記仮想視野情報設定手段で設定された視点から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの仮定距離の大きさ毎に抽出する対応候補点情報抽出手段と、前記対応候補点情報抽出手段で抽出された対応候補点の画像情報同士の類似度を、前記選択された撮像手段群について算出する類似度算出手段と、前記類似度算出手段で算出された前記選択撮像手段群についての類似度が最も大きくなる時の前記仮定距離を、前記仮想視野情報設定手段で設定された視点から前記選択画素に対応する前記物体上の点までの距離とし、この距離を各選択画素毎に求める距離推定手段とを具えるようにしている。

【0081】かかる構成によれば、図8に示すように、作業視野Arの撮像条件（車両60の速度V、進行方向 ϕ ）に応じて、複数の撮像手段群である画像センサ群11の中から実際に使用すべき少なくとも2つの撮像手段である画像センサ2、3が選択される。

【0082】そして、道路61の撮像条件に応じた所望の位置で、所望の視野をもって道路61を撮像したときの図1に示す仮想画像センサ21による仮想画像#21が、一の撮像手段1の画像#1の代わりに設定される。そして、設定された仮想画像#21中の位置(i, j)で特定される選択画素 P_{21} に対応する前記選択された少なくとも2つの撮像手段2、3の画像中の対応候補点 P_k の位置座標(X_k , Y_k)を仮定距離 z_n の大きさ毎に発生する。

【0083】そして、発生された対応候補点 P_k の位置座標(X_k , Y_k)の画像情報同士の類似度が算出される。

【0084】そして、上記算出された類似度が最も大きくなる時の仮定距離 z_{nx} が作業視野Ar中の物体上の

点までの距離とされ各選択画素毎に求められる。

【0085】このように、本発明によれば、多眼ステレオによる計測において、ステレオ対を固定して計測を行うのではなく、刻々と変化する作業視野Arに応じて、特定のステレオ対の画像センサ2、3を順次選択していくことができるので、状況変化（車両60の速度V、進行方向 ϕ の変化など）に対応したきめの細かい計測を行うことができる。

【0086】また、第4発明では、第4の解決課題達成のために、所定間隔をもって配置され、認識対象物体を撮像する複数の撮像手段と、前記認識対象物体に応じたモデル群を仮定するとともに、当該モデル群の各モデル上の各点の位置座標を設定する仮定モデル情報設定手段と、前記複数の撮像手段のうちの一の撮像手段で前記認識対象物体を撮像したときの当該一の撮像手段の撮像画像中の選択画素に対応する他の撮像手段の撮像画像中の対応候補点の情報を、前記モデル群の中から選択された仮定モデル毎に、当該仮定モデルの位置座標を用いて抽出する対応候補点情報抽出手段と、前記選択画素の画像情報と前記対応候補点情報抽出手段で抽出された対応候補点の画像情報の類似度を算出する類似度算出手段と、前記類似度算出手段で算出された類似度が最も大きくなる時の前記仮定モデルを、前記選択画素に対応する点のモデルとし、このモデルを各選択画素毎に求めるモデル推定手段とを具えるようにしている。

【0087】かかる構成によれば、図13に示すように、車両60上の画像センサ群11を用いて道路61を認識するような問題の場合に、以下のように効率的に処理を実施することができる。

【0088】すなわち、図27に示すように、基準画像入力部801およびその他の画像入力部802～804から認識対象である道路61の基準画像および対応画像を複数取り込み、仮定モデル情報設定部805では道路61に応じたモデル M_1 、 M_2 、 M_3 、 M_4 をパラメータ θ の値 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 、 θ_4 毎に生成する。

【0089】そして、対応候補点座標発生部806では、図28に示すように基準画像センサ1の画像#1中の位置(i, j)で特定される選択画素 P_1 に対応する他の画像センサkの画像#k中の対応候補点 P_k の位置座標(X_k , Y_k)を、選択された仮定モデル M_i ($i=1\sim4$)毎に発生する。

【0090】さらに、局所情報抽出部807～810ではそれぞれの局所情報を抽出し、類似度算出部811～813では基準画像の局所情報と比較することにより各類似度が算出される。

【0091】そして、モデル推定部814では、図14に例を示すように、上記算出された類似度の逆数の加算値が最も大きくなるモデル（ここでは、 M_3 と M_4 の間のモデル $M_{2.6}$ [$\theta=3$ 度]のように計測のきざみ幅より細かい値を求めることもできる。）が、選択画素 P_1

に対応するモデルとして推定される。このモデルが各選択画素毎に求められ、この各選択画素毎に求められたモデルの中で最も頻度の高いモデル(M_3)が、道路61を示すモデルと認識される。

【0092】このように、認識対象の物体の形状などが予め特定されている場合に、これをモデル化して、認識対象を判別するようにしたので、従来のように全空間の各点ごとに距離計測を行ったり、距離計測結果から物体を特定、抽出したりする複雑な処理を要しないので、より効率よく、誤認識することなく、計測を行えるようになる。

【0093】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。

【0094】・第1の実施形態

本実施形態は、所望の作業視野を取得することができる実施形態である。

【0095】以下、関連する図を参照して説明する。

【0096】図4は、本実施形態の多眼ステレオ視による物体認識装置の構成を示すブロック図であり、図23に示す従来装置に対応している。また、図3は、本実施形態の仮想画像センサを含む各画像センサの構成図であり、図24に示す従来の画像センサの構成図に対応している。なお、本実施形態では、多眼ステレオに適用される場合を想定しているが、2眼ステレオに適用してもよい。

【0097】多眼ステレオを構成する基準画像センサ1と各画像センサ2、3、…、Nは、水平、垂直あるいは斜め方向に所定の間隔で配置されているものとする。なお、説明の便宜上、図3では一定間隔で左右に配置されている場合を示している。

【0098】基準画像入力部301および各画像入力部302、303、…、304には、それぞれ基準画像#1および各画像#2、#3、…、#Nが取り込まれる。

【0099】仮想視野情報設定部305では、図1に示すように、所望の位置で、所望の視野をもって物体50を撮像したときの仮想画像センサ21による仮想画像#21に関する情報が設定される。つまり、作業視野となるべき仮想視野が設定される。この仮想画像センサ21には、実際の画像センサと同じように、画像センサの配設位置、向き(姿勢)、焦点距離、解像度などのパラメータが定義される。また、目的に応じて仮想画像センサ21のパラメータを自由に変更してもよい。なお、図1において41は仮想画像センサ21を構成する仮想的なレンズを示している。

【0100】対応候補点座標発生部306では、仮想画像#21の各選択画素に対して、仮定した距離 z_n 毎に、基準画像#1の対応候補点の位置座標、画像センサ2の画像#2の対応候補点の位置座標、画像センサ3の画像#3の対応候補点の位置座標、画像センサNの画像

#Nの対応候補点の位置座標がそれぞれ記憶、格納されており、これらを読み出すことにより各対応候補点の位置座標を発生する。ここでは簡単のために位置座標を記憶格納した例で説明するが、位置座標を演算によって求めても良い。

【0101】仮想画像#21の選択画素 P_{21} と、仮定距離 z_n における各画像センサ k ($k=1, 2, \dots, N$:以下、 k は同じ意味として使用する)の対応候補点 P_k の位置座標(X_k, Y_k)との関係を図1に示す。

【0102】図1の物体50上の位置座標(x, y, z)は、全体座標系 $x-y-z$ で表され、画像上の位置座標(X, Y)は各画像毎に設定された局所座標系 $X-Y$ で表されるものとする。同図に示すように、仮想画像センサ21の仮想画像#21の中の(i, j)で特定される選択画素 P_{21} が選択されるとともに、認識対象物体50上の点50a(x, y, z)までの距離 z_n が仮定される。そして、この仮定距離 z_n に対応する実際の各画像センサ k の画像# k 内の対応候補点 P_k の位置座標(X_k, Y_k)が読み出される。

【0103】つぎに、局所情報抽出部307~310では、このようにして対応候補点座標発生部306によって発生された対応候補点 P_k の位置座標に基づき局所情報を抽出する処理がそれぞれ実行される。

【0104】そして、画像#1、#2、#3、…、#Nの対応候補点 $P_1, P_2, P_3, \dots, P_N$ の画像情報 $F_1, F_2, F_3, \dots, F_N$ がそれぞれ得られると、基準画像#1の対応候補点 P_1 の画像情報 F_1 を基準とする類似度が各類似度算出部311~313で算出される。

【0105】すなわち、類似度算出部311では、画像センサ2の画像#2の対応候補点 P_2 の画像情報 F_2 と基準画像#1の対応候補点 P_1 の画像情報 F_1 との比較により、これらの画像情報の類似度が、また、類似度算出部312では、画像センサ3の画像#3の対応候補点 P_3 の画像情報 F_3 と基準画像#1の対応候補点 P_1 の画像情報 F_1 との比較により、これらの画像情報の類似度が、また、類似度算出部313では、画像センサNの画像#Nの対応候補点 P_N の画像情報 F_N と基準画像#1の対応候補点 P_1 の画像情報 F_1 との比較により、これらの画像情報の類似度がそれぞれ算出される。

【0106】つまり、本実施形態では、基準画像#1を、類似度算出の際の基準となる画像としている点で、図25の従来の類似度算出部209~211と共通している。たとえば、基準画像#1の画像情報と対応画像(たとえば#2)の画像情報との差の2乗が、類似度として求められる。具体的には、類似度算出部311では、基準画像#1の対応候補点 P_1 の周囲の領域と、画像センサ2の画像#2の対応候補点の周囲の領域とのパターンマッチングにより、両画像の領域同士が比較されて、類似度が算出される。

【0107】すなわち、図3に示すように、基準画像#

1の対応候補点 P_1 の位置座標を中心とするウインドウ WD_1 が切り出されるとともに、画像センサ2の画像#2の対応候補点 P_2 の位置座標を中心とするウインドウ WD_2 が切り出され、これらウインドウ WD_1 、 WD_2 同士についてパターンマッチングを行うことにより、これらの類似度が算出される。このパターンマッチングは各仮定距離 z_n 毎に行われる。

【0108】図2(1)は、このステレオ対(基準画像センサ1と画像センサ2)について得られた、仮定距離 z_n と類似度の逆数 Qs との対応関係を示すグラフである。同図に示すように、仮定距離が z'_n のときの対応候補点の位置を中心とする基準画像センサのウインドウ WD'_1 と画像センサ2のウインドウ WD'_2 とのマッチングを行った結果は、類似度の逆数 Qs として大きな値が得られている(類似度は小さくなっている)が、ウインドウ WD_1 と、仮定距離が z_{nx} のときの対応候補点の位置座標を中心とするウインドウ WD_2 とのマッチングを行った結果は、類似度の逆数 Qs は小さくなっている(類似度は大きくなっている)のがわかる。同様にして類似度算出部312では、基準画像#1の対応候補点 P_1 の位置座標を中心とするウインドウ WD_1 と、画像センサ3の画像#3の対応候補点 P_3 の位置座標を中心とするウインドウ WD_3 とのパターンマッチングが実行され、これらの類似度が算出される。そして、パターンマッチングが各仮定距離 z_n 毎に行われることによって、このステレオ対(画像センサ1と画像センサ3)についても図2(2)に示すような仮定距離 z_n と類似度の逆数 Qs との対応関係が求められる。

【0109】同様にして類似度算出部313では、基準画像#1の対応候補点 P_1 の位置座標を中心とするウインドウ WD_1 と、画像センサNの画像#Nの対応候補点 P_N の位置座標を中心とするウインドウ WD_N とのパターンマッチングが実行され、これらの類似度が算出される。そして、パターンマッチングが各仮定距離 z_n 毎に行われることによって、このステレオ対(画像センサ1と画像センサN)についても図2(N)に示す仮定距離 z_n と類似度の逆数 Qs との対応関係が求められる。

【0110】最後に、各ステレオ対毎に得られた仮定距離 z_n と類似度の逆数との対応関係を加算し、仮定距離 z_n と類似度の逆数の加算値との図2(融合した結果)のような対応関係が求められる。

【0111】このようにして仮定距離 z_n と類似度の逆数の加算値との対応関係から、最も類似度が高くなる点(類似度の逆数の加算値が最小値となる点)を判別し、この最も類似度が高くなっている点に対応する仮定距離 z_{nx} を最終的に、認識対象物体50上の点50aまでの真の距離(最も確からしい距離)と推定する。かかる処理は、仮想画像#21の各選択画素毎に全画素について行われる。

【0112】以上のようにして、距離推定部314で

は、仮定距離 z_n を順次変化させて得られた類似度の加算値の中から、最も類似度の加算値が高くなるものが判別され、最も類似度の加算値が高くなる仮定距離 z_{nx} が真の距離と推定され、出力される。

【0113】なお、仮想画像#21の各選択画素ごとに、各画像#1～#Nの対応点の画像情報が求められるので、仮想画像#21の各画素に、対応点の画像情報を付与することで、仮想画像センサ21で物体50を撮像したときの撮像画像を生成することができる。この場合、仮想画像#21の各画素に付与される対応点の画像情報としては、各画像#1～#Nの対応点の明度の平均値、メディアン値等を用いることができる。こうして仮想画像センサ21であたかも撮影したような画像を生成できる。

【0114】また、加算した図2(融合した結果)に示すように、仮想画像#21の各選択画素ごとに、類似度の逆数 Qs が最小になるときの推定距離 z_{nx} が求められるが、この時類似度の逆数の加算値の最小値を、その推定距離 z_{nx} の信頼度を示すデータ(最小値が小さい値を示すほど信頼度は高い)として、各推定距離 z_{nx} ごとに対応づけておくような実施も可能である。また、信頼度としては、この他に類似度の変化率または原画像の変化率などに基づいて求めたものを利用しても良い。

【0115】以上のように、本実施形態によれば、所望の観測視野を有した仮想画像センサ21を任意に設定して、この仮想画像センサ21による距離画像、撮像画像を取得することができるので、画像センサ1～Nの配設位置、姿勢によって一義的に定まる作業視野に限定されることなく、作業状況に応じた作業視野をもって、物体50の認識、判断などの処理をすることができるようになる。とりわけ、物理的に画像センサを配置することが困難であったり、画像センサの使用が困難な環境の良くない場所であっても、その場所に、仮想画像センサ21を設定することで、その場所に実際の画像センサを配置したのと同様の画像を取得することができる。

【0116】さらに、仮想画像センサ21で得られた仮想画像#21は、機械的な首振り機構によらずに、演算処理の上だけで任意に位置、姿勢の変更が可能であるので(「電子的な首振り」)、画像センサ1～Nは固定したままで、自由に視点を変えた画像を得ることができる。これを利用して、物体をトラッキングするシステムや、作業目的に応じて自動的に視野を変化させるシステムを、機械的な首振り機構を要せずして構築することが可能となる。

【0117】つぎに、上記実施形態の変形例について説明する。

【0118】図5は上述した図3に対応する画像センサの構成図であり、図6は上述した図4に対応するブロック図である。

【0119】図3、図4の実施形態と異なるのは、類似

度を算出する際に、基準画像センサ1の基準画像#1の対応候補点 P_1 の画像情報 F_1 を基準として、各ステレオ対ごとに類似度を求めているのではなく、画像センサ1を含む全画像センサ1～Nの対応候補点 $P_1 \sim P_N$ の局所情報 $F_1 \sim F_N$ のばらつき度合いから、これら多眼ステレオ全体の類似度を算出している点である。

【0120】図6において、仮想視野情報設定部404、対応候補点座標発生部405、局所情報抽出部406、407、408は、図4の仮想視野情報設定部305、対応候補点座標発生部306、局所情報抽出部307、308、310に相当するものである。

【0121】類似度算出部409では、局所情報抽出部406、407、408で抽出された画像#1、#2、#Nの対応候補点 P_1 、 P_2 、 P_N の局所情報 F_1 、 F_2 、 F_N に基づき、これら局所情報 F_1 、 F_2 、 F_N の「まとまり具合」を示す評価値が類似度として算出される。この「まとまり具合」を示す評価値は、例えば画像情報の平均値からの差の絶対値の総和や画像情報の分散値などである。たとえば、画像情報の分散値が小さいと、「まとまり具合」の評価としては高くなり、類似度は大きいとされる。

【0122】このように、図4のごとく基準画像#1の画像情報を基準として差分をとるなどして各ステレオ対ごとに類似度を算出し、これら各ステレオ対ごとの類似度を加算するなどして全体の類似度を求めているのではなく、全画像#1～#Nの全画像情報に基づく一括した算出により全体の類似度を求めているので、より柔軟で安定性が高く類似度を求めることができる。全画像#1～#Nについての類似度は、仮定距離 z_n ごとに求められる。

【0123】距離推定部410では、仮定距離 z_n を順次変化させて得られた類似度の中から、最も類似度が高くなるものが判別され、最も類似度が高くなる仮定距離 z_{n*} が真の距離と推定され、出力される。なお、仮想画像#21の各選択画素ごとに、各画像#1～#Nの対応点の画像情報が求められるので、仮想画像#21の各画素に、対応点の画像情報を付与することで、仮想画像センサ21で物体50を撮像したときの撮像画像を生成することができる。

【0124】・第2の実施形態

本実施形態は、配置位置、方向、光学的特性、解像度などが異なる複数種類の画像センサ群を同時に使用することができ、複数種類全ての画像センサ群からの情報を用いて信頼度の高い距離計測、物体認識を行うことができる実施形態である。

【0125】図7(b)は、本実施形態で想定している画像センサ群11"を示しており、明視野用画像センサ群141～144と、暗視野用画像センサ群151～154とから成っている。画像センサ群11"の中央位置

には、照度計16が配設されている。明視野用画像センサ141～144は、照度が高い環境下で、暗視野用画像センサ151～154よりも感度が高い特性を示し、暗視野用画像センサ151～154は、照度が低い環境下で、明視野用画像センサ141～144よりも感度が高い特性を示す。

【0126】図9は、上記画像センサ群11"の撮像画像に基づき距離計測、物体認識を行う装置のブロック図であり、図6に対応するブロック図であり、図6と同様に本実施形態では、類似度を算出する際に、基準となる基準画像センサを設定していない。

【0127】図6の実施形態と異なるのは、類似度を、画像センサの種類ごと、つまり明視野用画像センサ群141～144、暗視野用画像センサ群151～154毎に算出している点である。

【0128】画像入力部501～502には、明視野用画像センサ141～144の画像#141～#144が取り込まれる。同様に、画像入力部503～504には、暗視野用画像センサ151～154の画像#151～#154が取り込まれる。

【0129】図9において、仮想視野情報設定部505、対応候補点座標発生部506は、図4の仮想視野情報設定部305、対応候補点座標発生部306、あるいは図6の仮想視野情報設定部404、対応候補点座標発生部405に相当するものである。

【0130】仮想視野情報設定部505では、図1に示すように、明視野用画像センサ141～144、暗視野用画像センサ151～154に共通の仮想画像#21が設定され、この仮想画像#21中の位置(i, j)で特定される選択画素 P_{21} が選択される。

【0131】対応候補点座標発生部506では、上記設定された仮想画像#21中の選択画素 P_{21} に対応する明視野用画像センサ群141～144の画像#141～#144中の対応候補点および暗視野用画像センサ群151～154の画像#151～#154中の対応候補点 P_k の位置座標(X_k , Y_k)($k=141, 142, 143, 144, 151, 152, 153, 154$:以下kは同じ意味で使用する)を仮定距離 z_n の大きさ毎に発生する。

【0132】局所情報抽出部507～508は、図4の局所情報抽出部307、308、310あるいは図6の406、407、408に相当するものであり、明視野用画像センサ141～144の画像#141～#144上の対応候補点 $P_{141} \sim P_{144}$ の局所情報 $F_{141} \sim F_{144}$ が抽出される。局所情報抽出部509～510においても同様に、暗視野用画像センサ151～154の画像#151～#154上の対応候補点 $P_{151} \sim P_{154}$ の局所情報 $F_{151} \sim F_{154}$ が抽出される。

【0133】類似度算出部511では、局所情報抽出部507～508で抽出された明視野用画像センサの画像

#141、#142、#143、#144の対応候補点 P_{141} 、 P_{142} 、 P_{143} 、 P_{144} の画像情報 F_{141} 、 F_{142} 、 F_{143} 、 F_{144} に基づき、これら画像情報 F_{141} 、 F_{142} 、 F_{143} 、 F_{144} の分散値（画像情報の「まとまり具合」を示す評価値）が類似度として算出される。この類似度は、仮定距離 z_n ごとに求められる。

【0134】この結果、類似度算出部511からは、図10(a)に示すように、仮定距離 z_n に各対応した類似度の逆数 Q_{s1} が距離推定部515に出力されることになる。一方、類似度算出部512では、局所情報抽出部509～510で抽出された暗視野用画像センサの画像#151、#152、#153、#154の対応候補点 P_{151} 、 P_{152} 、 P_{153} 、 P_{154} の画像情報 F_{151} 、 F_{152} 、 F_{153} 、 F_{154} に基づき、これら画像情報 F_{151} 、 F_{152} 、 F_{153} 、 F_{154} の分散値（画像情報の「まとまり具合」を示す評価値）が類似度として算出される。

【0135】この類似度は、仮定距離 z_n ごとに求められる。この結果、類似度算出部512からは、図10(b)に示すように、仮定距離 z_n に各対応した類似度の逆数 Q_{s2} が距離推定部515に出力されることになる。

【0136】外部情報入力部513には、上記照度計16の検出出力である照度を示す信号が入力され、これがセンサ群の重み係数発生部514に出力される。

【0137】重み係数発生部514からは、上記照度計16で検出された照度の大きさに基づいて、類似度算出部511、類似度算出部512でそれぞれ算出された類似度の逆数 Q_{s1} と Q_{s2} に乘算すべき重み係数 ω_1 、 ω_2 が演算され、距離推定部515に出力される。

【0138】この重み係数 ω_1 、 ω_2 は、照度計16で検出された照度が大きな値を示す程、重み係数 ω_1 が大きく、重み係数 ω_2 が小さくなるように演算される。つまり、明視野用画像センサ141～144の画像に基づき演算された類似度の寄与率が大きく、暗視野用画像センサ151～154の画像に基づき演算された類似度の寄与率が小さくなるように演算される。一方、照度計16で検出された照度が小さな値を示す程、重み係数 ω_1 が小さく、重み係数 ω_2 が大きくなるように演算される。つまり、明視野用画像センサ141～144の画像に基づき演算された類似度の寄与率が小さく、暗視野用画像センサ151～154の画像に基づき演算された類似度の寄与率が大きくなるように演算される。

【0139】距離推定部515では、図10(a)に示すように、明視野用画像センサ141～144の画像に基づき算出された類似度の逆数 Q_{s1} に対して上記重み係数 ω_1 が乗算されるとともに、図10(b)に示すように、暗視野用画像センサ151～154の画像に基づき算出された類似度の逆数 Q_{s2} に対して上記重み係数 ω_2 が乗算される。つまり、仮定距離 z_n と類似度の逆数 Q_{s1} との対応関係、仮定距離 z_n と類似度の逆数 Q_{s2} との対

応関係がそれぞれ重み係数 ω_1 、 ω_2 によって補正されることになる。そして、これら重み係数 ω_1 、 ω_2 によって補正された仮定距離 z_n と類似度の逆数 Q_{s1} との対応関係、仮定距離 z_n と類似度の逆数 Q_{s2} との対応関係が加算され、図10(c)に示すように、仮定距離 z_n と類似度の逆数の加算値 Q_{s12} との対応関係が生成される。

【0140】このようにして、仮定距離 z_n と類似度の逆数の加算値 Q_{s12} との対応関係から、最も類似度が高くなる点（類似度の逆数の加算値 Q_{s12} が最小値となる点）が判別され、この最も類似度が高くなっている点に対応する仮定距離 z_{nx} が最終的に、認識対象物体50上の点50aまでの真の距離（最も確からしい距離）と推定される。かかる処理は、仮想画像#21の各選択画素毎に全画素について行われる。

【0141】以上のようにして、距離推定部515では、仮定距離 z_n を順次変化させて得られた類似度の加算値 Q_{s12} の中から、最も類似度の加算値が高くなるものが判別され、最も類似度の加算値が高くなる仮定距離 z_{nx} が真の距離と推定され、出力される。

【0142】本実施形態によれば、さらに、以下のような効果が得られる。

【0143】すなわち、多眼ステレオによる計測において、仮想画像センサ21を設定して、これを明視野用画像センサ群と暗視野用画像センサ群に共通の仮想視野として用いたため、これら光学的特性の異なる画像センサ群同士であっても、これら2種類の画像センサ群の計測結果をそれぞれ融合して総合的な判断を行うことが可能となる。2種類の撮像条件の異なる画像センサ群それぞれの計測結果を総合して判断できるようになり、飛躍的に計測精度を向上させることができる。

【0144】なお、本実施形態では、2種類の異なる画像センサ群を想定しているが、3種類以上の異なる画像センサ群に適用する実施も可能である。

【0145】また、本実施形態では、照度計16の検出出力に応じて、明視野用センサ群141～144による類似度と、暗視野用センサ群151～154による類似度の重みを変化させ、これら2種類の画像センサから得られる類似度を融合することで距離を推定しているが、照度計16の検出出力に応じて、使用すべき画像センサの種類自体を完全に切り換える実施も可能である。

【0146】たとえば、照度計16で検出される照度の大きさを2値的に判断するしきい値を設定して、照度計16で検出される照度が、このしきい値以上になった場合には、重み係数 ω_1 を1とし、重み係数 ω_2 を0にして、明視野用センサ群141～144による類似度のみで、距離の推定を行うようにし、逆に、照度計16で検出される照度が、上記しきい値よりも小さくなった場合には、重み係数 ω_1 を0とし、重み係数 ω_2 を1とし、暗視野用画像センサ151～154による類似度のみで、距離の推定を行うようにしてもよい。

【0147】また、使用する画像センサの種類は、任意である。

【0148】図7(a)に示すように、通常の感度のモノクロの画像センサ群121~124と、赤外線画像センサ群131~134とから成っている画像センサ群11'に上述した本実施形態を適用してもよい。

【0149】また、画像センサの種類毎に、画像センサの焦点距離、絞り、シャッタースピードなどのパラメータを異ならせてもよく、画像センサの向きなどを条件に応じて調整してもよい。

【0150】また、本実施形態では、照度計16を使用しているが、画像センサの撮像条件(周囲の環境条件)の変化を検出することができるセンサであれば、任意に使用することができる。

【0151】また、時刻によって重み係数を変更するような実施形態も考えられる。

【0152】・第3の実施形態

本実施形態は、多眼ステレオを構成する複数の画像センサが配置されている場合に、これら複数の画像センサのすべてを計測に使用するのではなく、これら複数の画像センサの中から計測に使用すべき少なくとも2つの画像センサを選択することで、状況に応じたきめの細かい計測を行うことができる実施形態である。図8は、車両60に、各画像センサ1、2、3、…からなる画像センサ群11を搭載して、この画像センサ群11による撮像結果に基づき、車両60の進行方向前方、道路61上の作業視野Arを認識、判断しつつ走行する場合を想定している。

【0153】車両60には、車両の速度Vを検出する速度センサ62、車両60の進行方向 ϕ を検出するジャイロなどの姿勢角センサ63が搭載されている。なお、姿勢角センサ63の代わりに、車両60の操舵角を検出するセンサを使用してもよい。ここで、車両60の速度V、進行方向 ϕ が定まれば、それに応じて車両60が認識すべき車両前方距離、認識すべき方向が定まることから、上記作業視野Arが特定されることになり、この作業視野Arを撮像するのに最も適切な少なくとも2つの画像センサが、画像センサ群11の中から選択されることになる。

【0154】そこで、速度センサ62、姿勢角センサ63で検出される車速V、進行方向 ϕ に応じて、画像センサ群11の中から、実際に使用すべき少なくとも2つの画像センサ、たとえば画像センサ2、3が選択される。

【0155】この結果、図6と同様に、画像入力部401に、画像センサ2の画像#2が取り込まれるとともに、画像入力部402に、画像センサ3の画像#3が取り込まれる。以下、図6と同様に、対応候補点座標発生部405では、これら2つの画像センサ2、3の画像の中から仮想画像#21の選択画素の対応候補点 P_k の位置座標(X_k, Y_k)($k=1, 2$:以下kを同じ意味で

使用する)が、仮定距離 z_n の大きさ毎に発生される。

【0156】局所情報抽出部406、407では、画像センサ2、3の対応候補点 P_k の画像情報 F_k が抽出され、類似度算出部409では、これら発生された画像センサ2、3の対応候補点 P_k の位置座標(X_k, Y_k)の画像情報 F_k 同士の類似度が算出される。

【0157】そして、距離推定部410では、上記算出された類似度が最も大きくなる時の仮定距離 z_{nx} が、仮想画像センサ21から選択画素 P_{21} に対応する作業視野Ar中の物体上の点までの距離とされ、この距離 z_{nx} が各選択画素毎に求められる。この結果、仮想画像センサ21から見た作業視野Arを示す距離画像、撮像画像が、車両60の走行状況がいかに変化したとしても、常に正確なものとして、生成されることになる。

【0158】このように、本実施形態によれば、多眼ステレオによる計測において、利用する画像センサを固定して計測を行うのではなく、刻々と変化する作業視野Arに応じて、これを撮像するのに最も適切な少なくとも二つの画像センサを順次選択していくようにしたので、車両60の走行状況(車両60の速度V、進行方向 ϕ の変化)が変化したとしても、これに対応したきめの細かい計測を行うことができる。

【0159】また、本実施形態では、車両に画像センサ群を搭載する場合を想定しているが、搭載されるべきものは、これに限定されることなく、たとえば移動ロボットに搭載してもよい。また、画像センサ群11の姿勢角を、矢印A、Bに示す方向に調整できる姿勢角調整機構を備えるようにして、作業視野Arを撮像できる方向に画像センサが向くように、速度センサ62、姿勢角センサ63の検出力に応じて車両センサ群11の姿勢角を変化させるような実施も可能である。

【0160】また、作業視野Arまでの距離に応じて画像センサのズームの度合いを調整してもよい。

【0161】・第4の実施形態

本実施形態は、各選択画素について全ての仮想距離に対して探索を行うのではなく、認識対象物体を示すモデルという概念を導入し、このモデル上の点についてだけ照合処理を行うことによって、モデル推定の効率を向上させることができる実施形態である。

【0162】まず、はじめに、モデルの概念、定義について説明する。

【0163】本明細書にいうモデルとは、空間内に定義された、3次元構造をもった認識対象物のことである。モデルは、絶対空間内(全体座標系 $x-y-z$)における座標位置、形状データなどのモデル情報により、3次元構造が規定される。各画像センサ1~Nの観測視野あるいは仮想画像センサ21の仮想視野で見たモデルの位置は、このモデル情報に基づいて算出することができる。モデルとしては、単純な平面、曲面ばかりではなく、複雑な3次元の形状を有したものも使用することも

できる。モデルは、最終的に、物体の3次元構造の認識に役立てるものなので、モデル情報の表現方法や、モデル情報の内容は、この物体の3次元構造を認識するという目的に合わせたものを使用できる。

【0164】また、関連するモデルを効率よく表現するために、目的にあわせてモデル情報をパラメタライズする方法もある。

【0165】例えば、ある間隔で平行に配置された一連の平面のモデル群を、平行位置というパラメータによって表現する。そして、このパラメータを変化させることにより、認識対象の表面が一連の平面のモデル群のいずれかのモデルであるかが推定される。

【0166】以下、本実施形態について、図11～図18を参照して説明する。

【0167】本実施形態では、図13に示すように、車両60に、画像センサ群11を搭載して、この画像センサ群11の撮像結果に基づいて、車両進行方向前方の道路61の傾斜 θ を認識、判断しつつ走行する場合を想定している。

【0168】図12は、本実施形態の多眼ステレオ視による物体認識装置の構成を示すブロック図であり、図6のブロック図に対応するものである。

【0169】なお、本実施形態では、多眼ステレオに適用される場合を想定しているが、2眼ステレオに適用してもよい。

【0170】また、本実施形態では、図6と同様に、仮想画像センサ21による仮想画像#21を設定する場合を想定しているが、本実施形態においては、かかる仮想画像#21を設定することなく、図27と同等の構成でも実現できる。

【0171】すなわち、仮想画像#21の選択画素に対応する各画像#1～#Nの対応点を探索する構成のものに、本実施形態を適用するばかりではなく、基準画像#1の選択画素に対応する各画像#2～#Nの対応点を探索する構成のものに、本実施形態を適用するようにしてもよい。

【0172】多眼ステレオである画像センサ群11を構成する各画像センサ1、2、3、…、Nは、水平、垂直あるいは斜め方向に所定の間隔で配置されているものとする。図12に示す画像入力部601には、画像センサ1で撮像された画像#1が取り込まれ、画像入力部602には、画像センサ2の画像#2が取り込まれ、画像入力部603には、画像センサNの画像#Nがそれぞれ取り込まれる。

【0173】仮想視野情報設定部604では、図11に示すように、所望の位置で、所望の視野をもって認識対象物体（この場合は、道路61）を撮像したときの仮想画像センサ21による仮想の視野に関する情報が設定される。つまり、作業視野となるべき仮想視野が設定される。この仮想画像センサ21では、実際の画像センサ1

～Nと同じように、画像センサの配設位置、向き（姿勢）、焦点距離、解像度などのパラメータが定義される。

【0174】また、目的に応じて仮想画像センサ21のパラメータを自由にダイナミックに変更してもよい。

【0175】なお、図11のレンズ41は仮想画像センサ21を構成する仮想的なレンズを示している。

【0176】仮定モデル情報設定部605には、3次元空間内における認識すべき物体のモデルの形状に関するモデル情報が設定される。本実施形態では、図13に示すように、道路61の傾斜 θ を認識、判断する必要があることから、認識対象物体に応じたモデル M_1 、 M_2 、 M_3 、 M_4 を、パラメータ θ の値 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 、 θ_4 毎にモデル情報として設定する。

【0177】このモデル情報の具体的な設定方法としては、多くの方法が考えられる。

【0178】例えば、仮定するモデルが上記のような単純な平面からなる道路のような場合には、その平面を特定する方法として、その平面が通るどこか一点の空間座標と平面の法線ベクトルを与えても良いし、その平面が通るどこか三点の空間座標を与えても良い。また、仮定するモデルが起伏を持つような複雑な場合には、その起伏を十分に再現するに足る複数点の座標を多数与えて補間しても良いし、任意の幾何モデルを組み合わせて設定しても良い。

【0179】対応候補点座標発生部606では、図11に示すように、仮想画像センサ21で道路61を撮像したときの当該仮想画像センサ21の仮想画像#21中の位置 (i, j) で特定される選択画素 P_{21} に対応する各画像センサ k の画像# k 中の対応候補点 P_k の位置座標 (X_k, Y_k) が、モデル M_1 、 M_2 、 M_3 、 M_4 の中から選択された仮定モデル M_i （ $i=1\sim 4$ ）毎に発生される。この対応候補点 P_k の位置座標 (X_k, Y_k) は、図11に示すように各モデル上の点 (x, y, z) に対応して求めても良いし、最初から対応する変換テーブルを用意しておき実際に計算しなくても良い。

【0180】つぎに、局所情報抽出部607～609では、このようにして対応候補点座標発生部606によって発生された対応候補点 P_k の位置座標に基づき局所情報を抽出する処理がそれぞれ実行される。

【0181】すなわち、局所情報抽出部607では、対応候補点座標発生部606で発生された画像センサ1の画像#1の対応候補点 P_1 の位置座標から、周囲の画素の画像情報に応じて補間することで、対応候補点 P_1 の画像情報 F_1 を抽出する。同様に、局所情報抽出部608では、対応候補点座標発生部606で発生された画像センサ2の画像#2の対応候補点 P_2 の位置座標に基づいて、対応候補点 P_2 の画像情報 F_2 が、局所情報抽出部609では、対応候補点座標発生部606で発生された画像センサNの画像#Nの対応候補点 P_N の位置座標に

基づいて、対応候補点 P_N の画像情報 F_N がそれぞれ求められる。なお、ここで画像情報とは明度あるいは明度の2階微分値などのことである。

【0182】こうして画像#1、#2、…、#Nの対応候補点 P_1 、 P_2 、…、 P_N の画像情報 F_1 、 F_2 、…、 F_N がそれぞれ得られると、類似度算出部610では、全画像センサ1～Nの対応候補点 P_1 ～ P_N の画像情報 F_1 ～ F_N の分散値（画像情報の「まとまり具合」を示す評価値）が類似度として算出される。類似度が大きい値を示す程（画像情報の分散値が小さい程）、この仮定モデル M に近いことを意味する。類似度は、仮定モデル M_1 、 M_2 、 M_3 、 M_4 ごとに求められる。

【0183】このようにして、図14に示すように、仮定モデル M と類似度の逆数 Qs との対応関係が取得される。

【0184】つぎに、モデル推定部611では、仮定モデル M と類似度の逆数 Qs との対応関係から最も類似度の高いモデルを決定する。これを各選択画素ごとの対応関係に関して実行して、各画素毎にモデルを推定する。

【0185】また、画面の一部の領域あるいは全領域に対してモデル推定を実行すれば、最も頻度の高いモデルを、認識対象物体を示すモデルとして最終的に決定することもできる。あるいは、仮定モデル M と類似度の逆数 Qs との対応関係から探索のきざみより細かい精度でモデルを推定し、このモデルを認識対象物体に近いモデルと決定してもよい。

【0186】いま、図14が、仮定モデル M と類似度の逆数 Qs の加算値の対応関係を示しているものとする。この対応関係に基づいて、類似度（類似度の逆数 Qs ）が最も大きくなるときの仮定モデルが、認識対象物体を示すモデルとされる。この場合、図14の折れ線状の対応関係に、曲線近似を適用することによって、正確に、類似度の逆数 Qs が最小値をとる $M_{2.6}$ を定めることができる。いま、モデル M_2 に、傾斜角 $\theta_2=0$ 度が対応づけられ、モデル M_3 に、傾斜角 $\theta_3=5$ 度が対応づけられているものとする。上記 $M_{2.6}$ は、傾斜角 $\theta=3$ 度であると推定することができる。よって、車両60前方の道路61の傾斜角 θ は3度であると認識、判断することができる。

【0187】モデル群選択部612では、補助情報入力部613から出力されるモデル群の各モデルの存在度合いの情報と、モデル推定部611のモデル推定結果に基づいてモデル群の中から、仮定モデルとすべきモデルを選択する処理が実行される。すなわち、車両60には、車両60のピッチ角を検出するピッチ角センサが搭載されており、このピッチ角センサにより車両60の現在のピッチ角が検出される。よって、このピッチ角センサの検出力に基づいて車両60前方の路面の傾斜が、どの程度であるのかを予測できる。

【0188】補助情報入力部613は、ピッチ角センサ

の検出力をモデル群選択部612に出力する。

【0189】モデル群選択部612では、ピッチ角センサの検出値を所定のしきい値にて2値化して、ピッチ角センサの検出値が、このしきい値以上である場合には、モデル M_1 、 M_2 、 M_3 、 M_4 の中から、傾斜の緩いモデル M_1 、 M_2 が、仮定すべきモデルとして選択される。

【0190】一方、ピッチ角センサの検出値が、上記しきい値よりも小さい場合には、モデル M_1 、 M_2 、 M_3 、 M_4 の中から、傾斜の急なピッチ M_3 、 M_4 が、仮定すべきモデルとして選択される。

【0191】このようにしてモデル群選択部612で選択された特定のピッチのみが、仮定モデル情報設定部605で生成され、対応候補点座標発生部606で、実際に使用すべきモデルとして仮定されることになる。

【0192】また、道路61を示すモデル群が、傾斜角 θ が正（登り勾配）のモデル群と、傾斜角 θ が負（下り勾配）のモデル群で構成されている場合には、モデル群選択部612で、傾斜角 θ が正（登り勾配）のモデル群と、傾斜角 θ が負（下り勾配）のモデル群のいずれかを選択、出力するような実施も可能である。

【0193】以上のように、本実施形態では、モデル群選択部612を備えるようにしているので、用意したモデル群のすべてに対して演算処理を行うのではなく、用意したモデル群の中から特定のモデル群のみに絞り込んで、この特定のモデル群のみに対して演算処理を行えばよいので、きわめて効率よく物体を認識、判断することが可能となる。

【0194】以上のように、この図12に示す本実施形態によれば、道路61の形状（平面）などが予め特定されている場合に、これをモデル化して、認識対象を判別するようにしたので、従来のように各選択画素毎に全空間について距離計測を行ったり、距離計測結果から物体を特定、抽出したりする複雑な処理を要しないので、より効率よく、誤認識することなく、計測が行えるようになる。

【0195】つぎに、本実施形態に適用される種々の変形例について説明する。

【0196】図15では、車両60の前方の道路61の傾斜状態 θ を認識するばかりではなく、車両60前方の障害物62を認識する場合を想定している。

【0197】この場合、図12のモデル推定部611では、モデル M_1 、 M_2 、 M_3 、 M_4 の中から、モデル M_2 が道路61を示すものと推定された場合を示している。そこで、モデル推定部611では、以下の演算が実行される。

【0198】すなわち、モデル M_2 を仮定したときに、仮想画像#21の各選択画素 P_{21} 毎に、類似度の逆数 Qs が類似度算出部610で算出されているので、図16に示すように仮想画像#21の各選択画素 P_{21} に、対応する類似度の逆数 Qs の値が対応づけられる。

【0199】そこで、この類似度の逆数の分布に基づいて、道路61上に障害物62が存在するか否か、そしてその場所はいずれの場所であるかが判断される。

【0200】同図に示すように、仮想画像#21上の類似度の逆数 Q_s の分布は、数値が低い領域26（この領域では、類似度の逆数 Q_s は「2」を示している）と、数値が高い領域25（この領域では、類似度の逆数 Q_s は「3」、「4」を示している）とに分類される。これらの領域の識別は、類似度の逆数 Q_s の大きさを2値的に判別するしきい値を設定して、このしきい値以下であるか否かによって行うことができる。

【0201】そこで、上記類似度の逆数 Q_s の数値が低い領域26については道路61を示すものと判断し、上記類似度の逆数 Q_s の数値が高い領域25については道路61上に存在する障害物62であると判断するものである。

【0202】ここで、仮想画像#21の各選択画素ごとに、各画像#1～#Nの対応点の画像情報が求められるので、仮想画像#21の各画素に、対応点の画像情報に応じた明度を付与することで、仮想画像センサ21で認識対象物体を撮像したときの画像を、図15に示すように、生成することができる。この場合、上述した道路61と障害物62とを識別した結果に基づいて、画像中の特定の領域64が障害物62を示すものと判断することができる。

【0203】このように走行路上に障害物が存在するか否かを判断するには、必ずしも走行路を示すモデルを複数用意する必要はない。

【0204】図17は、道路61が平坦であることが既知であり、モデルとしては平坦（傾斜角度 $\theta=0$ 度）なモデル M_2 のみを用意して、道路61上の障害物62が存在するか否かを認識、判断する場合を想定している。

【0205】この場合、図12のモデル推定部611では、以下の演算が実行される。

【0206】すなわち、モデル M_2 を仮定したときに、仮想画像#21の各選択画素 P_{21} 毎に、類似度の逆数 Q_s が類似度算出部610で算出されているので、図18に示すように仮想画像#21の各選択画素 P_{21} に、対応する類似度の逆数 Q_s の値が対応づけられる。

【0207】そこで、この類似度の逆数の分布に基づいて、道路61上に障害物62が存在するか否か、そしてその場所はいずれの場所であるかが判断される。

【0208】同図に示すように、仮想画像#21上の類似度の逆数 Q_s の分布は、類似度の逆数 Q_s の大きさを2値的に判別するしきい値によって、数値が低い領域26'と、数値が高い領域25'とに分類される。

【0209】そこで、上記類似度の逆数 Q_s の数値が低い領域26'については道路61（モデル M_2 ）を示すものと判断し、上記類似度の逆数 Q_s の数値が高い領域25'については道路61上に存在する障害物62であ

ると判断するものである。

【0210】さて、以上説明した実施形態では、モデルが単一の形状（平面）である場合を想定しているが、もちろん、多種多様な形状を有する複数の物体を認識する場合にも本発明を適用することができる。

【0211】たとえば、地面上に設置されている建物を認識、判別するにあたって、地面を示すモデル、建物の壁面を示すモデル、建物の屋根を示すモデルなどのモデル群を、図12の仮定モデル情報設定部605で生成して、以下、これらモデル群の各仮定モデルに対して同様な処理を行うようにすればよい。

【0212】ここで、処理の繁雑さを避けるため、モデル群の各モデル間で階層構造をもたせ、処理を効率的に実行することができる。

【0213】すなわち、建物と地面全体のモデル群を、まず、大きく、複数の地面のモデルからなるモデル群と、複数の壁面のモデルからなるモデル群と、複数の屋根のモデルからなるモデル群とに分類する。さらに、地面のモデル群を、平坦な地面のモデル群と、傾いた地面のモデル群とに分類する。そして、地面の高さ、水平面に対する傾き角度などのパラメータを導入して、地面のモデルそれぞれに対して、このパラメータをモデル情報として付与する。建物の壁面のモデルについても、同様にして、垂直面に対する傾斜角などのパラメータを導入して、このパラメータをモデル情報として付与する。

【0214】そして、図12のモデル推定部611では、仮想画像#21を、いくつかの領域に区分して、各領域毎にモデルを推定することができる。

【0215】いま、仮想画像#21で、ある建物が捕らえられており、仮想画像#21の中央の正面に、垂直な壁面が存在し、その上に、傾斜のある屋根が存在し、正面壁面の左に、奥行き方向に傾いている壁面が存在していたとする。

【0216】そこで、仮想画像#21の中央領域、中央上部領域、中央より左の領域それぞれ毎に、モデル推定処理を実行することにより、各領域に存在するであろう物体を、確実かつ効率よく認識、判断することが可能となる。

【0217】さらに、一の建物だけではなく、複数の建物を認識する実施も可能である。この場合、複数の建物（たとえば、一戸建てとビル）それぞれを示すモデル群が上位に存在し、建物を構成する壁面、屋根などのモデルがその下位に存在する階層構造をもつモデル群となる。ここで、上位の構造としては、個々の建物のモデルを個別に用意してもよく、複数の建物が存在する全体構成（建物群）をモデルとすることも可能である。

【0218】また、上述した仮想画像#21の領域毎にモデルを推定する場合に、各領域毎に、各モデルの存在確率を予め情報として与えることによって、より効率よくモデル推定処理を行うようにしてもよい。各モデルに

対して、いずれの領域にどの程度の確率で存在しているのかという情報がモデル情報として付与されることになる。

【0219】そこで、このモデルに付与されたモデル情報に基づいて、存在確率がきわめて低い領域については、このモデルを仮定モデルとしないで、先に処理を進めることが可能となる。

【0220】たとえば、仮想画像#21の下側の領域に、屋根を示すモデルが存在する確率はきわめて低いので、この下側の領域については、屋根を示すモデルを仮定モデルから排除することができる。このため、処理効率をより向上させることができる。

【0221】たとえば、特定の局所情報や、局所情報から算出した特殊なパラメータ（エッジの強度や方向、位置などの情報や、テクスチャ情報など）、仮想視野に関連する情報、仮定したモデルに関連する情報、あるいは他のセンサの検出結果に基づく情報に基づいて、仮想画像#21の特定の領域では、仮定すべきモデルの種類を変更したり、仮定すべきモデルの種類に制限を加えたり、使用すべき画像を各画像#1～#Nの中から選択するなどの特殊な操作を加えることもできる。

【0222】また、本実施形態では、前述したように、仮想画像#21を設定することを必ずしも要しないが、仮想画像#21を使用してモデルを推定する場合には、仮想画像#21の視野自在性を利用して、モデルをあらゆる方向から観測した結果に基づきモデル推定を行うようにしてもよい。

【0223】すなわち、モデル（たとえば球形のモデル）の3次元構造が、通常観測される表側だけではなく、裏側についても定義されている場合には、仮想画像#21を、モデルの表側だけではなく、モデルの裏側から観測する視野に設定することにより、モデルの推定の柔軟性を高めることもできる。ただし、これは各画像センサ1～Nのいずれかで、モデルの裏側が撮像され得ることが必要である。

【0224】なお、本実施形態では、画像（仮想画像）中に、予め設定したモデル群の中のうちのいずれかのモデル、あるいは予め設定した一のモデルが存在することを前提として説明したが、モデルに関して得られた類似度に基づいて、画像（仮想画像）中に、当該モデルが存在しているか否かの判断を行うことも可能である。

【0225】たとえば、図16、図18に示すように、推定したモデルに関する類似度の逆数 Q_s の分布を取得し、この類似度の逆数 Q_s が所定のしきい値より高い場合には、この推定モデルは画像中に存在しないと判断するようにしてもよい。

【0226】・第5の実施形態

本実施形態は、上記第4の実施形態で述べた実在の物体の認識の考え方を利用することにより、画像上において実際の背景と背景モデルとが一致している領域について

は擬似的な画像を表示し、不一致の領域についてはそこにある実在の物体を表示するという具合に、実際のものとは異なる内容に画像表示内容を変更するというものである。

【0227】すなわち、クロマキー等の映像放送の技術分野に関するものであり、以下のような画像処理を行う場合に好適なものである。モデルとして、例えば模様のあるカーテンを背景モデルとして用意する。そして、画像センサによって、通常、模様のあるカーテンが背景として撮像されるものとする。この状態で、背景の前に背景以外のもの、例えば人などの背景以外の物体が出現すると、その背景以外の物体が画像中で占める領域の部分において、背景モデルとの不一致が生じる。そこで、この不一致が生じた領域には、画像センサで撮像した実際の人などの背景以外の物体の画像を表示するようにし、一方、背景モデルと一致した領域については、予め用意しておいた擬似背景画像、たとえば東京タワーを写した別の画像を表示するようにするものである。

【0228】本実施形態によれば、実在の物体の複雑な輪郭形状に合わせて背景を物体から分離するという複雑な処理を要せずとも、きわめて簡易かつ迅速に処理を進めることができるようになる。

【0229】また、背景モデルは、背景の特徴を形状のみを取り出し抽出したものであり、背景の模様、明るさが変化したとしても、これに影響されることなく、常に精度よく処理を進めることが可能である。

【0230】以下、図12に対応する図19に示すブロック図を参照して、本実施形態の画像処理について説明する。

【0231】まず、画像センサ1～Nの中から、一の基準画像センサ、たとえば画像センサ1が選択される。この基準画像センサ1の基準画像#1に基づいて背景分離処理が実行される。この基準画像センサ1により、背景（たとえば模様のあるカーテン）と背景の前に出現する物体（たとえば人）とが撮像される。他の画像センサ2～Nにおいても、背景とこの背景の前に出現する物体が撮像される。

【0232】基準画像入力部701には、基準画像センサ1で撮像された基準画像#1が取り込まれる。他の画像入力部702、703には、他の画像センサ2～Nで撮像された画像#2～#Nが取り込まれる。

【0233】背景モデル情報設定部704では、図12の仮定モデル情報設定部605と同様にして、背景の3次元構造を示すモデル情報が設定される。

【0234】対応候補点座標発生部705では、上記背景モデルを仮定モデルMとして、図12の対応候補点座標発生部606と同様にして、基準画像センサ1の背景画像#1中の選択画素 P_1 に対応する他の画像センサkの画像#k中の対応候補点 P_k の位置座標 (X_k, Y_k) （ $k=2, \dots, N$ ）を、仮定するモデルMのモデル情報

から発生する。

【0235】局所情報抽出部706では、基準画像#1の選択画素 P_1 の画像情報 F_1 が局所情報として抽出される。局所情報抽出部707、708では、対応候補点座標発生部705によって発生された対応候補点 P_k の位置座標に基づき局所情報 F_k ($k=2, \dots, N$)を抽出する処理がそれぞれ実行される。

【0236】類似度算出部709では、図12に示す類似度算出部610と同様に、全画像センサ1~Nの選択画素 P_1 、対応候補点 $P_2 \sim P_N$ の画像情報 $F_1, F_2 \sim F_N$ の分散値(画像情報の「まとまり具合」を示す評価値)が類似度として算出される。類似度が大きい値を示す程(画像情報の分散値が小さい程)、画像中のその領域は仮定モデルMと一致している可能性が高い、すなわち背景を表している可能性が高いということになる。

【0237】背景モデル判定部710では、基準画像#1の各選択画素毎に、各領域毎に、その選択画素、その領域に背景が存在するか否かが判断される。具体的には、類似度算出部709で算出された類似度が所定のしきい値以上になっている選択画素あるいは領域については、背景であると判定され、上記算出された類似度が所定のしきい値よりも小さくなっている選択画素あるいは領域については、背景以外の物体であると判定される。

【0238】背景が存在しているか否かの判定を行う場合に、背景モデルに関して予め付与された補助情報を利用してもよい。補助情報とは、背景モデルの精度、明度などの情報である。

【0239】例えば、背景モデルの精度に応じて、判定を緩やかにしたり、照明などの影響で、局所情報の精度が劣化する領域については、この点を考慮するなどして、判定の精度を高めることができる。

【0240】また、対応候補点の探索の範囲を、補助情報に基づき領域毎に設定してもよい。擬似背景発生部711では、所望の擬似背景画像、たとえば「東京タワーと青空」が生成される。この擬似背景は、画像センサ1~Nでは、現在、撮像されていない画像であり、予め他の画像センサで撮像しておくようにすればよい。また、擬似背景は、基準画像#1で撮像された実際の背景の代わりとなるものであるので、基準画像#1の視野の動きにに合わせて撮像されていればよりリアルである。

画像選択部712は、基準画像#1の背景として、擬似背景発生部711で発生した擬似背景(「東京タワーと青空」)か実際の画像(「模様のあるカーテンの前の人」)のいずれかを表示させるかを画素毎に選択するものである。

【0241】そして、画像表示部713では、背景モデル判定部710の判定結果に基づいて、基準画像#1の領域のうち、背景であると判定された領域については、実際の画像の代わりに、画像選択部712で選択された背景(たとえば擬似背景)が表示されるとともに、基準

画像#1の領域のうち、背景以外の物体(人など)であると判定された領域については、基準画像#1の画像情報をそのままし、画像センサ1で撮像された背景以外の物体がそのまま表示される。つまり、画像表示部713では、画像センサ1の視野でみたときの物体(人)が擬似背景とともに表示されることになる。

【0242】なお、本実施形態では、画像表示部713で、画像センサ1の視野でみた画像を表示しているが、他の画像センサ2、 \dots 、Nの視野でみた画像を表示する実施も可能である。

【0243】また、本実施形態では、図12と異なり、仮想画像センサ21による仮想画像#21を設定しないで処理を行う場合を例にとり説明したが、図12と同様に仮想画像センサ21による仮想画像#21を設定して、この仮想画像#21を、基準画像1の代わりとする実施も可能である。この場合、画像表示部713では、仮想画像#21でみた画像が表示されることになる。

【0244】なお、背景モデル情報設定部704で設定される背景モデルは、実際の背景を捕らえた距離画像に基づき生成してもよいし、また、カメラの動きを検出するセンサを用意し、カメラの動きに応じてモデルを修正してもよい。この場合、仮想画像#21からみた距離画像を生成し、この距離画像そのものを背景モデル、モデル情報として登録することができる。これにより距離画像の信頼度などの補助情報を利用して、背景か否かの判定の精度を高めることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は第1の実施形態を説明するための仮想画像センサの概念を示す図である。

【図2】図2は多眼ステレオの類似度の融合の仕方を説明する図である。

【図3】図3は第1の実施形態を説明する図であり、仮想視野を用いた多眼ステレオの距離計測の処理内容(基準画像センサを設定する場合)を説明する図である。

【図4】図4は第1の実施形態を説明する図であり、仮想視野を用いた多眼ステレオ距離計測システム(基準画像センサを設定する場合)のブロック図である。

【図5】図5は第1の実施形態を説明する図であり、仮想視野を用いた多眼ステレオの距離計測の処理内容(基準画像センサを設定しない場合)を説明する図である。

【図6】図6は第1の実施形態を説明する図であり、仮想視野を用いた多眼ステレオ距離計測システム(基準画像センサを設定しない場合)のブロック図である。

【図7】図7(a)、(b)は第2の実施形態を説明する図であり、異なる種類の画像センサが配置された画像センサ群を示す斜視図である。

【図8】図8は第3の実施形態で想定している車両搭載のシステムを概念的に示す図である。

【図9】図9は第2の実施形態を説明する図であり、仮想視野を用いて異なる種類の画像センサ群を統合する多

眼ステレオ距離計測システムのブロック図である。

【図10】図10(a)、(b)、(c)は図9に示す距離推定部で実行される処理の内容を説明する図である。

【図11】図11は第4の実施形態を説明する図であり、仮想視野を用いる場合のモデル上の点が画像上のどこに写るかを示す図である。

【図12】図12は第4の実施形態を説明する図であり、仮想視野を用いてモデルを推定する多眼ステレオ装置の構成ブロック図である。

【図13】図13は第4の実施形態で想定しているモデルの一例を示す図である。

【図14】図14は図12に示す類似度算出部で得られる仮定モデルと類似度の逆数との対応関係を示すグラフである。

【図15】図15は第4の実施形態の変形例を説明する図であり、走行路の上に存在する障害物を認識する場合を説明する図である。

【図16】図16は図15に示す実施形態において走行路と障害物とを識別する処理を説明する図である。

【図17】図17は第4の実施形態の変形例を説明する図であり、走行路が平坦であることが既知であり、この平面の上に存在する障害物を認識する場合を説明する図である。

【図18】図18は図17に示す実施形態において走行路と障害物とを識別する処理を説明する図である。

【図19】図19は第5の実施形態を説明する図であり、擬似背景を背景とする画像を表示するシステムを示すブロック図である。

【図20】図20は従来の2眼ステレオの原理を示した図である。

【図21】図21は従来の2眼ステレオの距離計測の処

理を説明する図である。

【図22】図22は仮定距離と類似度の逆数との対応関係を示すグラフである。

【図23】図23は従来の2眼ステレオ装置の構成を示したブロック図である。

【図24】図24は従来の多眼ステレオの距離計測の処理内容を説明する図である。

【図25】図25は従来の多眼ステレオ装置の構成を示したブロック図である。

【図26】図26は車両上に搭載した画像センサ群の撮像結果に基づき距離を計測する従来技術を説明する図である。

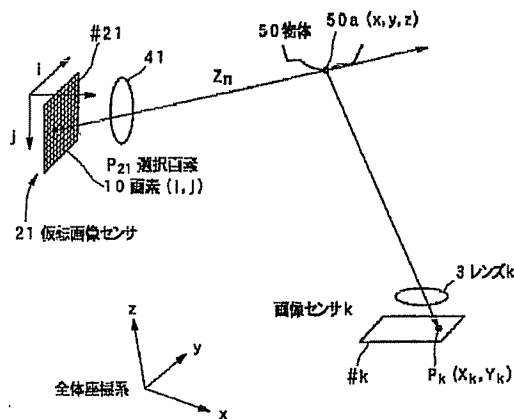
【図27】図27は第4の実施形態を説明する図であり、仮想視野を用いなくてモデルを推定する多眼ステレオ装置のブロック図である。

【図28】図28は第4の実施形態を説明する図であり、仮想視野を用いない場合のモデル上の点が画像上のどこに写るかを示す図である。

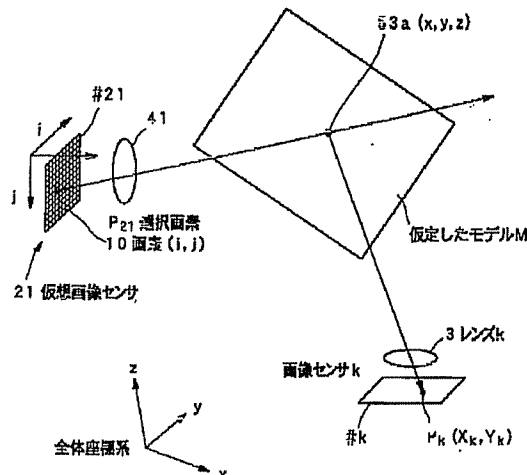
【符号の説明】

- 21 仮想画像センサ
- 1~N 画像センサ
- 11 画像センサ群
- 50 認識対象物体
- 60 車両
- 61 道路
- 62 障害物
- 305 仮想視野情報設定部
- 314 距離情報推定部
- 513 外部情報入力部
- 605 仮定モデル情報設定部
- 611 モデル推定部
- 711 擬似背景発生部

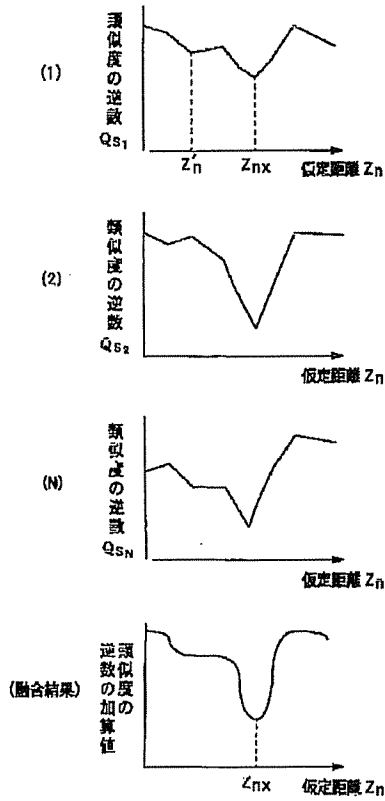
【図1】



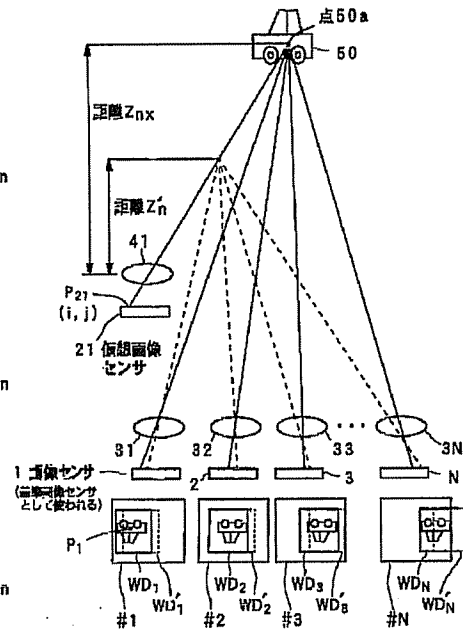
【図11】



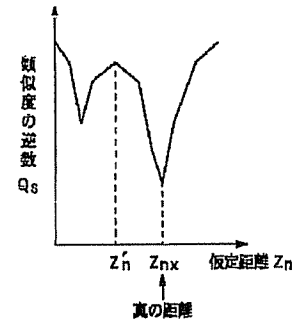
【図2】



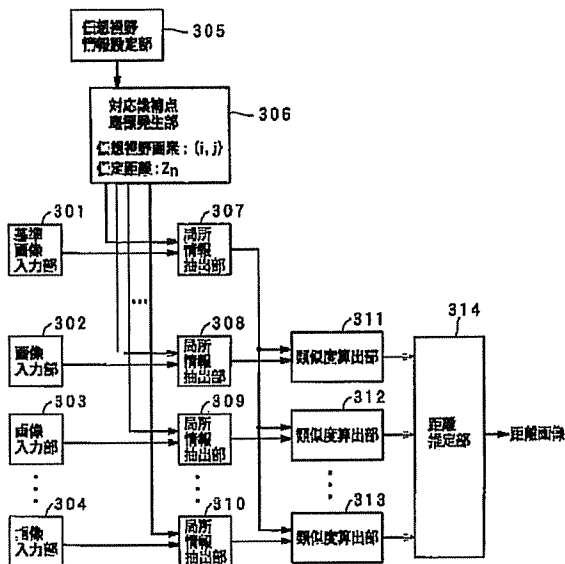
【図3】



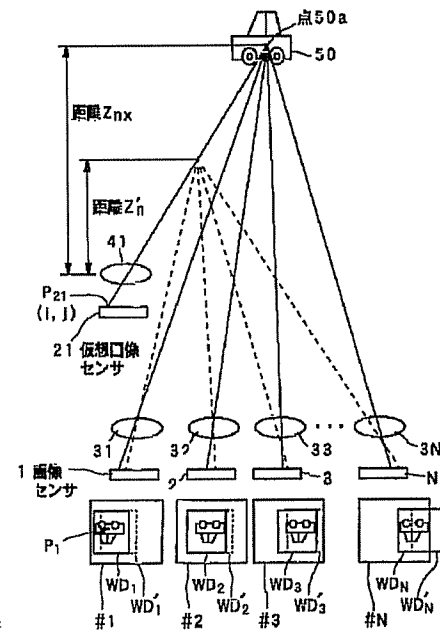
【図22】



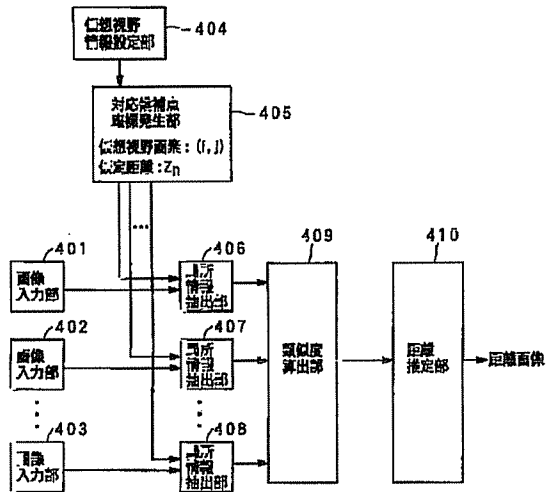
【図4】



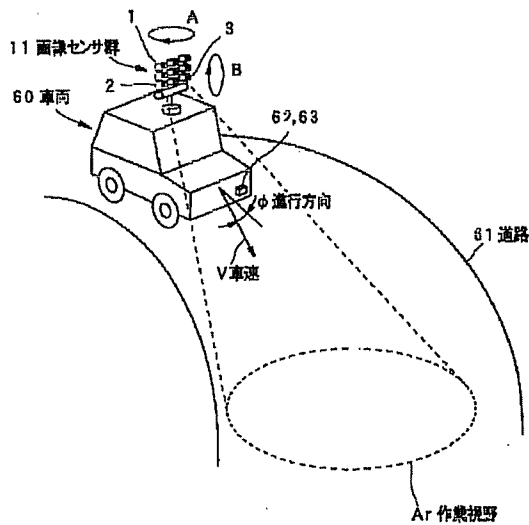
【図5】



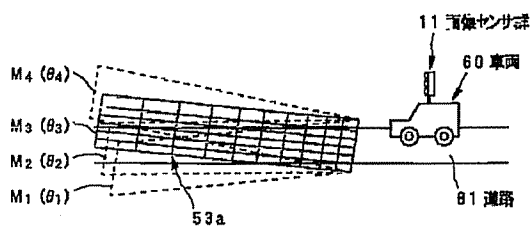
【図6】



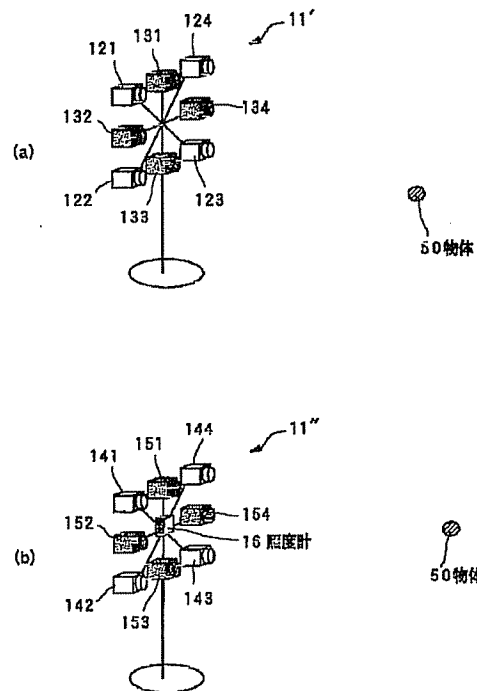
【図8】



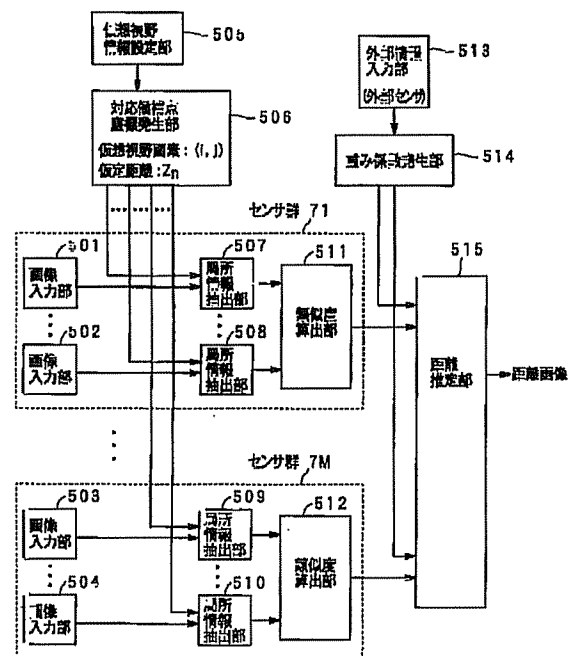
【図13】



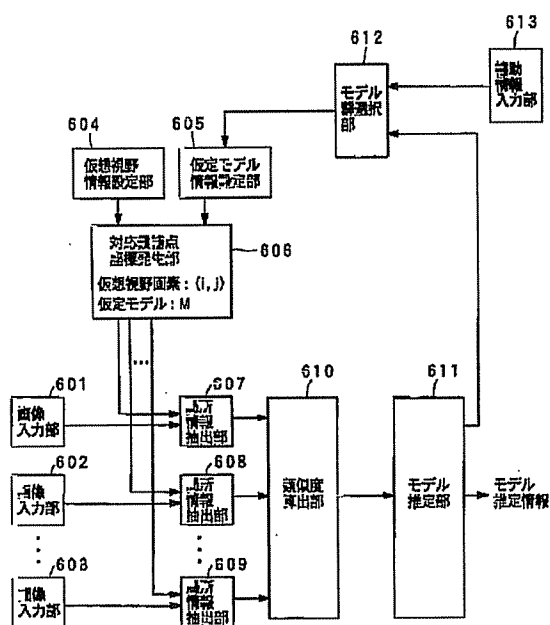
【図7】



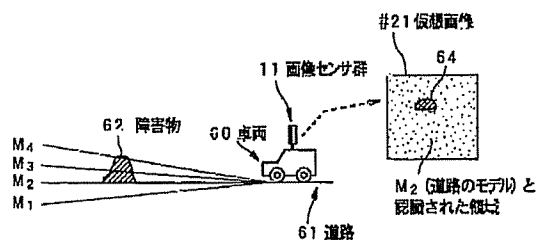
【図9】



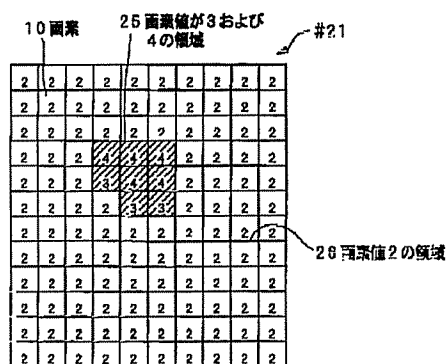
【図12】



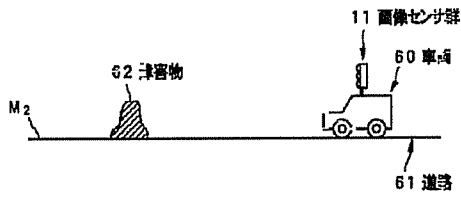
【图 15】



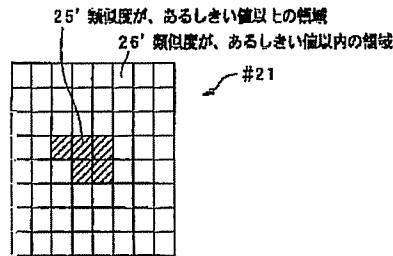
【図16】



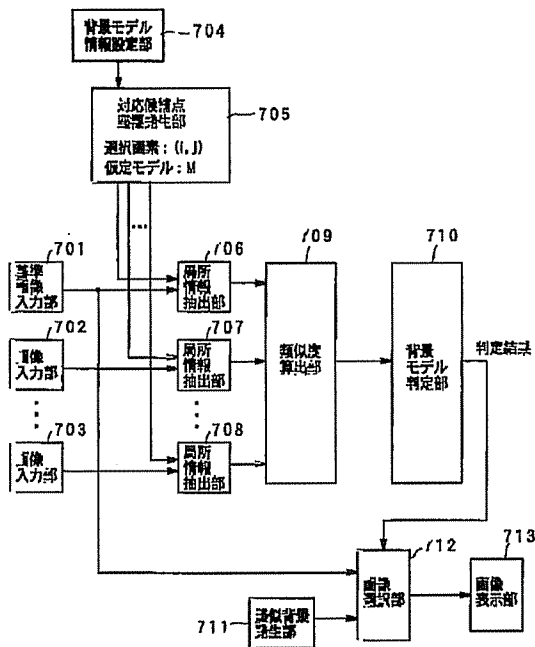
【図17】



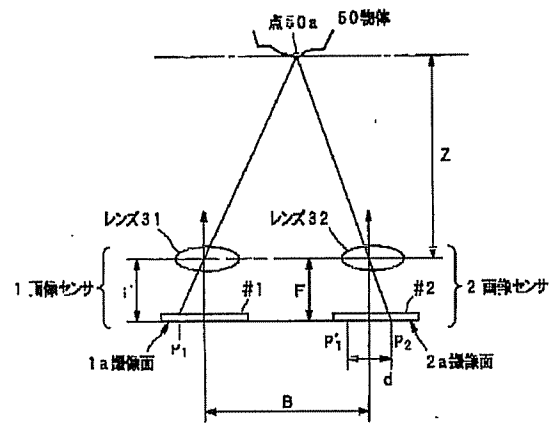
【図18】



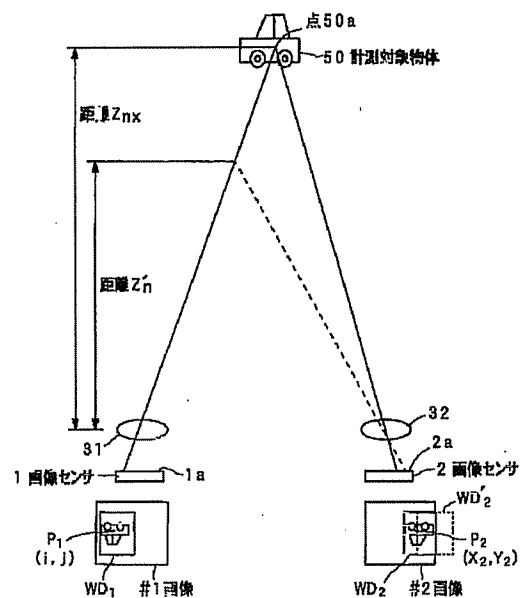
【図19】



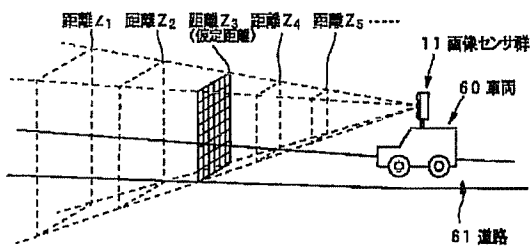
【図20】



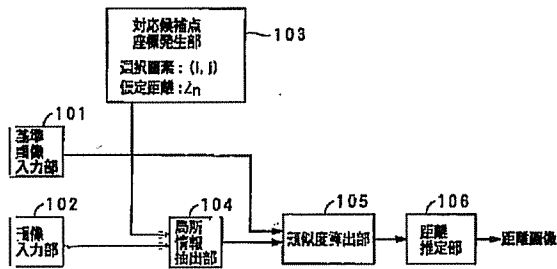
【図21】



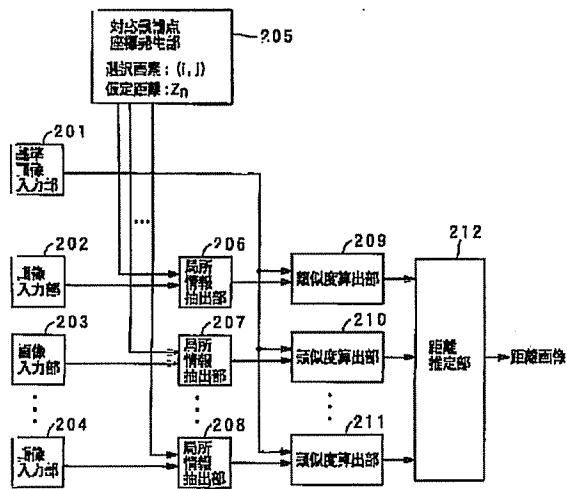
【図26】



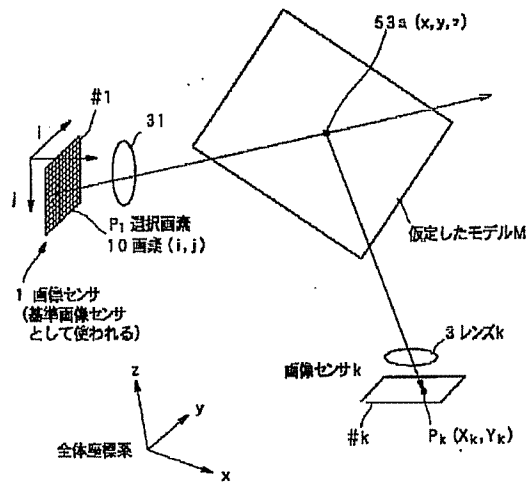
【図23】



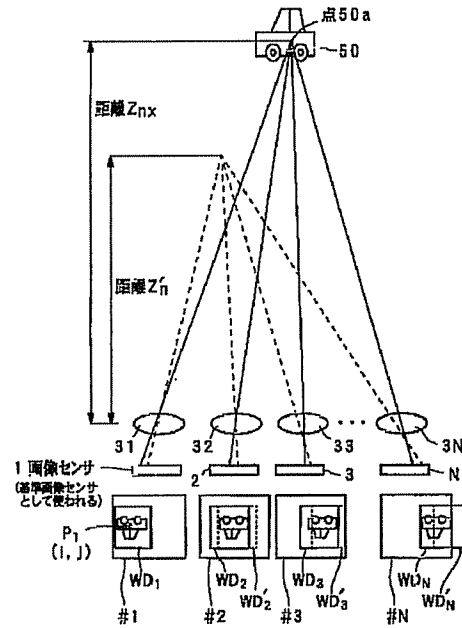
【図25】



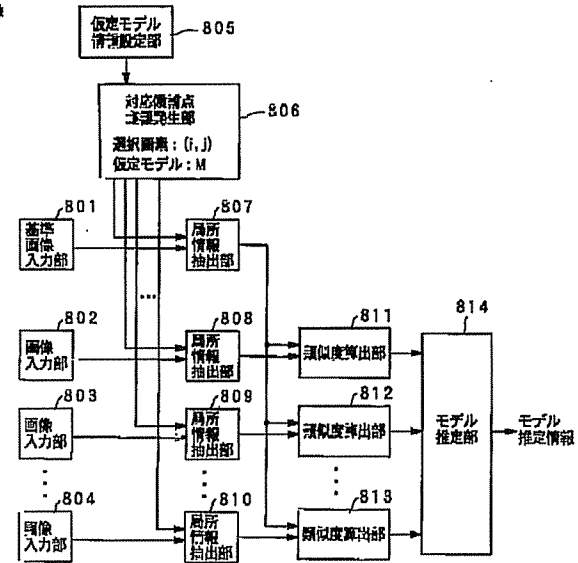
【図28】



【図24】



【図27】



フロントページの続き

(72)発明者 木村 茂
神奈川県川崎市宮前区菅生ヶ丘9-1-403
(72)発明者 中野 勝之
東京都目黒区中目黒2-2-30
(72)発明者 山口 博義
神奈川県平塚市四之宮2597 株式会社小松
製作所特機事業本部研究部内

(72)発明者 新保 哲也
神奈川県平塚市四之宮2597 株式会社小松
製作所特機事業本部研究部内
(72)発明者 川村 英二
神奈川県川崎市宮前区有馬2丁目8番24号
株式会社サイヴァース内
(72)発明者 緒方 正人
神奈川県鎌倉市上町屋345番地 三菱プレ
シジョン株式会社内